

Ulrich Fischer
Roland Gomeringer

Max Heinzler
Roland Kilgus

Friedrich Näher
Stefan Oesterle

Heinz Paetzold
Andreas Stephan

MANUAL DE TECNOLOGIA METAL MECÂNICA

412
PÁGINAS
TOTALMENTE
COLORIDAS



Manual de Tecnologia Metal Mecânica

Tradução da 43ª Edição Alemã

Ulrich Fischer / Roland Gomeringer / Max Heinzler
Roland Kilgus / Friedrich Näher / Stefan Oesterle
Heinz Paetzold / Andreas Stephan

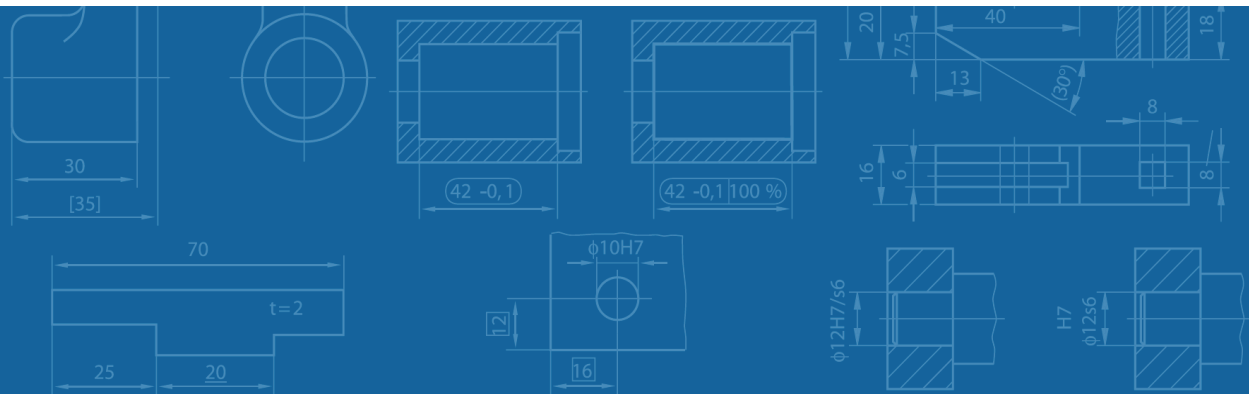
Lançamento 2008

ISBN: 9788521204275

Páginas: 412

Formato: 15,2x21,5 cm

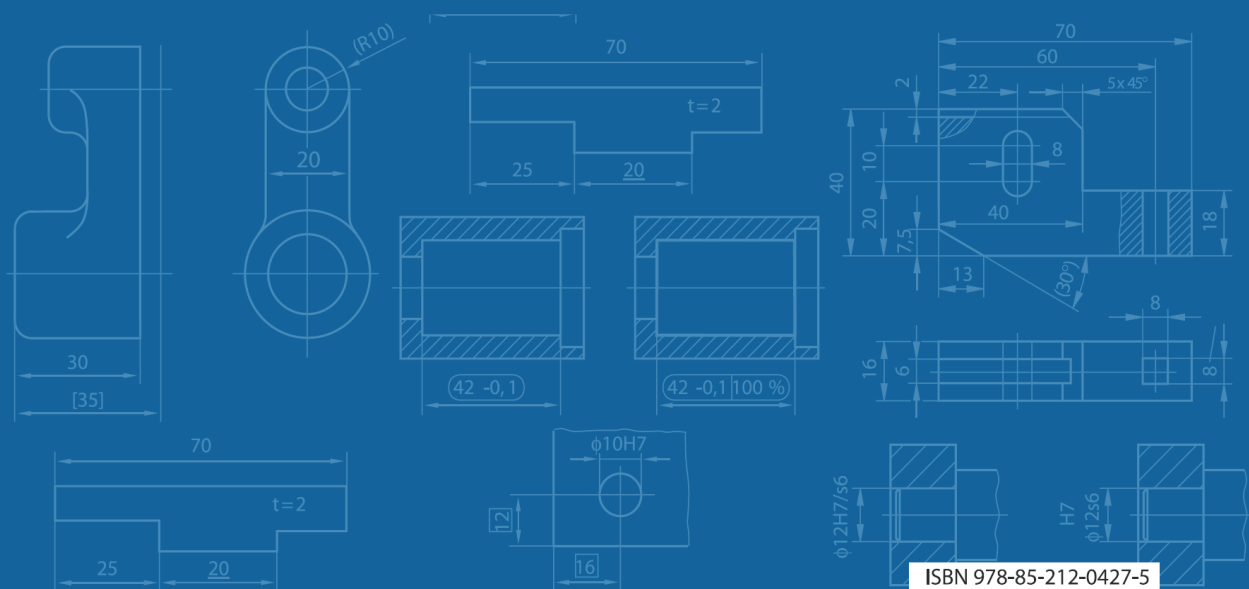
Peso: 0,650 kg



MANUAL DE TECNOLOGIA METAL MECÂNICA

Tradução da 43ª edição alemã

Este livro é um manual indispensável para quem deseja aprender a trabalhar com metais. Porém, é um estudo muito útil para trabalhos de mestre ou qualificações técnicas e para estudantes universitários em geral. Esta publicação contém dados sobre os seguintes tópicos: Matemática básica, Ciências básicas, Comunicação técnica, Aspectos tecnológicos de materiais, Padrões, Produção tecnológica, Técnicas de regulação e controle e Tecnologia da informação.



Prefácio

O Manual de Tecnologia Metal Mecânica é indicado para a qualificação profissional, em especial no ensino organizado por temas específicos, para o aprofundamento de estudos e para a prática empresarial, nas profissões da Engenharia Mecânica e das Técnicas de Fabricação.

Grupos Alvo

- Mecânicos nas indústrias e nos ofícios manuais
- Mecânicos na fabricação
- Mecânicos na usinagem
- Desenhistas técnicos
- Instrutores técnicos
- Práticos nos ofícios manuais e na indústria
- Estudantes de Engenharia Mecânica

Notas para o Usuário

Este manual contém tabelas e fórmulas em sete capítulos, além de sumário, índice remissivo e índice de normas.

As **tabelas** contêm as orientações mais importantes sobre regras, design, tipos, dimensões e valores padrão dos assuntos tratados.

As unidades não são especificadas nas legendas das **fórmulas** quando várias forem possíveis. Entretanto, nos exemplos de cálculo são utilizadas as unidades normalmente usadas na prática. As **“Fórmulas para profissões nas áreas dos metais”**, freqüentemente usadas em conjunto com este manual, informam as unidades, sobretudo para auxiliar profissionais principiantes nos cálculos.

No **“CD Banco de Dados da Técnica dos Metais”**, a versão digital do Manual de Tecnologia Metal Mecânica, o usuário pode converter as fórmulas e unidades.

Os **exemplos de designação**, incluídos para todas as peças padronizadas, para os materiais e as siglas em desenhos, são destacados por uma seta vermelha (⇒).

Antes de cada capítulo há um índice parcial, uma expansão do **Índice** no início do manual.

O **Índice remissivo** no final do livro (páginas 404 – 412) é extensivo.

O **Índice de Normas** (páginas 399 – 403) relaciona todas as normas e regulamentações atuais mencionadas no manual. Em muitos casos, as normas anteriores também são relacionadas para facilitar a transição de normas mais antigas e familiares para as atuais.

Nota sobre a Edição 43

O rápido avanço tecnológico e a internacionalização das Normas exigiram uma profunda revisão. Nela também foram consideradas muitas sugestões dos nossos leitores e aperfeiçoamos a forma clara de apresentar a informação. A Editora e os autores terão prazer em receber observações e sugestões de melhoria no endereço lektorat@europa-lehrmittel.de.

1 Matemática

9...32

2 Física

33...56

3 Comunicação Técnica

57...114

4 Ciência dos Materiais

115...200

5 Elementos de Máquina

201...272

6 Técnicas de Fabricação

273...344

7 Automação e Tecnologia da Informação

345...398

Sumário

1 Matemática

9

1.1 Tabelas numéricas			
Raiz quadrada, Área de um círculo	10		
Senô, Co-senô.....	11		
Tangente, Co-Tangente.....	12		
1.2 Funções Trigonométricas			
Definições.....	13		
Senô, Co-Senô, Tangente, Co-Tangente ..	13		
Leis de senos e co-senos	14		
Ângulos, Teorema de linhas de intersecção	14		
1.3 Fundamentos de Matemática			
Uso de parênteses, potências e raízes.....	15		
Equações	16		
Potências de dez, cálculo de juros.....	17		
Porcentagem e cálculo de proporções	18		
1.4 Símbolos, Unidades			
Símbolos em fórmulas, símbolos matemáticos.....	19		
Unidades SI e de medição	20		
Unidades não SI.....	22		
1.5 Comprimentos			
Cálculos em triângulo retângulo.....	23		
Subdivisão de comprimentos, Comprimento de arco, Comprimento composto	24		
		Comprimento efetivo, do arame de mola e bruto.....	25
		1.6 Áreas	
		Áreas retangulares	26
		Triângulo, Polígono, Círculo	27
		Áreas circulares	28
		1.7 Volume e Área de superfície	
		Cubo, Prisma, Cilindro, Cilindro Oco, Pirâmide	29
		Pirâmide truncada, Cone, Cone truncado, Esfera	30
		Sólidos compostos	31
		1.8 Massa	
		Cálculos gerais.....	31
		Massa por unidade de comprimento.....	31
		Massa por unidade de área	31
		1.9 Centróides – centro de gravidade	
		Centróides de linhas.....	32
		Centróides de áreas planas.....	32

2 Física

33

2.1 Movimento		2.6 Resistência de materiais	
Movimento uniforme e acelerado.....	34	Casos de carga, Tipos de carga	43
Velocidades em máquinas.....	35	Fatores de segurança, Propriedades de Resistência mecânica	44
2.2 Forças		Tensão, Compressão, Pressão superficial	45
Composição e decomposição de forças ..	36	Cisalhamento, empenamento	46
Peso, Força de molas	36	Flexão, Torção	47
Princípio de alavanca, Forças de apoio ...	37	Resistência relacionada ao formato.....	48
Momento de giro (torques), Alavancas, Força centrífuga.....	37	Momentos de área, de resistência e de inércia	49
2.3 Trabalho, Potência, Eficiência		Comparação de vários formatos de seção transversal	50
Trabalho mecânico	38	2.7 Termodinâmica	
Máquinas simples.....	39	Temperaturas, Expansão linear, Retração ..	51
Potência e Eficiência.....	40	Quantidade de calor	51
2.4 Atrito		Fluxo de calor, Calor de combustão.....	52
Força de atrito	41	2.8 Eletricidade	
Coefficientes de atrito.....	41	Lei de Ohm, resistência de condutor	53
Atrito em mancais de rolamentos.....	41	Ligação de resistores (em série, em paralelo)..	54
2.5 Pressão em líquidos e gases		Tipos de corrente	55
Pressão, definição e tipos	42	Trabalho elétrico e potência.....	56
Flutuação/Impulsão	42		
Mudanças de pressão em gases	42		

3 Comunicação técnica**57**

3.1 Construções geométricas básicas	3.6 Elementos de máquinas
Linhas e ângulos..... 58	Tipos de engrenagem..... 84
Tangentes, Arcos circulares, Polígonos... 59	Mancais de rolamentos..... 85
Círculos inscritos, Elipses, Espirais..... 60	Vedações 86
Ciclóides, Curvas evolventes, Parábolas. 61	Anéis de segurança, Molas..... 87
3.2 Gráficos	3.7 Elementos de peças
Sistema de coordenadas cartesianas 62	Saliências em peças torneadas, cantos de peças..... 88
Tipos de gráfico 63	Terminais de Rosca, recuos de rosca..... 89
3.3 Elementos de desenho técnico	Roscas e junções por parafusos..... 90
Fontes 64	Furos centrais, serralha..... 91
Números normalizados, Raios, Escalas... 65	3.8 Solda e estanhagem
Folhas de desenho..... 66	Símbolos gráficos..... 93
Tipos de linhas 67	Exemplos de dimensionamento..... 95
3.4 Representação em desenho	3.9 Superfícies
Métodos de projeção..... 69	Especificações de dureza em desenhos .. 97
Vistas 71	Desvios de forma, rugosidade..... 98
Vistas de seções..... 73	Teste de superfície, Indicações de superfície..... 99
Hachuras/Sombreamento 75	3.10 Tolerâncias ISO e Ajustes
3.5 Inserção de dimensões	Fundamentos 102
Regras de dimensionamento..... 76	Furação de referência e eixo de referência..... 106
Diâmetros, raios, esferas, chanfros, inclinações, estreitamentos, dimensões de arco 78	Tolerâncias gerais..... 110
Especificações de tolerância..... 80	Recomendações de ajustes 111
Tipos de dimensões..... 81	Ajuste de mancal de rolamento 112
Simplificação de desenhos 83	Tolerância em formas e posições..... 112

4 Ciência dos materiais**115**

4.1 Materiais	Retração de medidas, Tolerâncias dimensionais..... 163
Características quantitativas de materiais sólidos 116	4.8 Metais leves
Características quantitativas de materiais sólidos, líquidos e gasosos..... 117	Apresentação de ligas de Al 164
Sistema periódico dos elementos (tabela)..... 118	Ligas de alumínio forjadas..... 167
4.2 Aços, sistema de designação	Ligas de fundição de alumínio 168
Definição e classificação de aços 120	Perfis de alumínio..... 169
Código do material, Designação 121	Ligas de magnésio e titânio..... 172
4.3 Aços, Tipos de aço	4.9 Metais pesados
Aços estruturais..... 128	Apresentação 173
Aços-carbono e aços-liga cementado 132	Sistema de designação 174
Aço para ferramentas..... 135	Ligas de cobre forjadas 175
Aços inoxidáveis, aços para molas..... 136	4.10 Outros materiais metálicos
4.4 Aços, Produtos acabados	Materiais compostos, Materiais cerâmicos 177
Metal em chapa e tiras..... 139	Metais sinterizados..... 178
Perfis 143	4.11 Plásticos, Apresentação
4.5 Tratamento térmico	Termoplásticos..... 179
Diagrama de equilíbrio Ferro-Carbono.... 153	Duroplásticos, Elastômeros..... 182
Processos 154	Processamento de plásticos..... 184
4.6 Ferro fundido	4.12 Testes de materiais, Apresentação
Designação e número de material 158	Teste de tração 188
Tipos de ferro fundido..... 160	Teste de dureza 190
Ferro fundido maleável, Aço fundido 161	4.13 Corrosão, proteção contra corrosão..... 196
4.7 Tecnologia de fundição	4.14 Materiais perigosos..... 197
Modelos, instalações para fazer moldes e fôrmas..... 162	

5 Elementos de máquinas**201**

5.1 Roscas			
Resumo.....	202	Arruelas planas.....	234
Rosca métrica ISO.....	204	Arruelas HV.....	235
Rosca Whitworth para tubos.....	206	5.6 Pinos e pivôs	
Rosca trapezoidal e dente de serra.....	207	Resumo.....	236
Tolerâncias para rosas.....	208	Pinos de guia cilíndricos, elásticos.....	237
		Pinos entalhados, pivôs.....	238
5.2 Parafusos		5.7 Junções eixo-cubo	
Resumo.....	209	Chavetas de cunha.....	239
Designação, resistência.....	210	Chavetas paralelas e meia-lua.....	240
Parafusos sextavados.....	212	Eixos com ranhuras.....	241
Outros parafusos.....	215	Cones de ferramentas.....	242
Cálculo de ligações parafusadas.....	221	5.8 Molas, ferramentaria	
Travas de segurança para parafusos.....	222	Molas.....	244
Abertura de chaves, sistemas de		Buchas de guia para brocas.....	247
acionamento de parafusos.....	223	Peças padronizadas de estamparia.....	251
5.3 Escareados		5.9 Elementos de acionamento	
Escareados para parafusos cabeça		Correias.....	253
chata.....	224	Engrenagens.....	256
Escareados para parafusos cilíndricos		Transmissões.....	259
e sextavados.....	225	Diagrama de rotações.....	260
5.4 Porcas		5.10 Mancais	
Resumo.....	226	Mancais deslizantes.....	261
Designação, resistência.....	227	Buchas para mancais deslizantes.....	262
Porcas sextavadas.....	228	Mancais de rolamento.....	263
Outras porcas.....	231	Anéis de segurança.....	269
5.5 Arruelas		Elementos de vedação.....	270
Resumo.....	233	Óleos lubrificantes e graxas.....	271

6 Técnicas de fabricação**273**

6.1 Gerenciamento da qualidade		6.5 Separação por cisalhamento	
Normas, termos.....	274	Força de cisalhamento.....	315
Planejamento, controle da qualidade.....	276	Punção e matriz de corte.....	316
Avaliação estatística.....	277	Posição da espiga de fixação.....	317
Controle estatístico do processo.....	279	6.6 Conformação	
Capacidade de processo.....	281	Conformação por dobra.....	318
6.2 Planejamento da produção		Repuxo profundo.....	320
Apuração do tempo conforme REFA.....	282	6.7 Unir, juntar	
Cálculo de custos.....	284	Soldagem, processos.....	322
Valor da hora/máquina.....	285	Preparação do cordão.....	323
6.3 Usinagem de corte		Valores de ajuste.....	326
Tempo principal.....	287	Corte térmico.....	329
Refrigeração lubrificação.....	292	Identificação das garrafas de gás.....	331
Materiais de corte.....	294	Brasagem.....	333
Forças e potências.....	298	Colar.....	336
Valores de corte: furar, tornear.....	301	6.8 Proteção do meio ambiente e segurança	
Tornear cones.....	304	do trabalho	
Valores de corte: fresar.....	305	Sinalização de proibição.....	338
Dividir.....	307	Sinalização de aviso.....	339
Valores de corte: retificar, brunir.....	308	Sinalização de regulamento e resgate.....	340
6.4 Erosão		Sinalização informativa.....	341
Valores de corte.....	313	Símbolos de perigos.....	342
Processos.....	314	Identificação de tubulações.....	343
		Som e ruído.....	344

7 Automação e tecnologia da informação 345

7.1 Automação, conceitos básicos		7.5 Comandos SPS	
Conceitos, designação	346	Linguagens de programação	373
Regulador analógico	348	Plano de contatos (KOP)	374
Reguladores descontinuos e digitais	349	Linguagem de módulos funcionais (FBS) ..	374
Combinação binária	350	Texto estruturado (ST)	374
		Lista de instruções (AWL)	375
		Funções simples	376
7.2 Circuitos eletrotécnicos		7.6 Manipulação e robótica	
Símbolos de circuitos	351	Sistemas de coordenadas, eixos	378
Identificações	353	Estrutura de robôs	379
Esquemas de circuitos elétricos	354	Garra, segurança do trabalho	380
Sensores	355		
Medidas de proteção	356	7.7 Tecnologia NC	
7.3 Fluxogramas e diagramas funcionais		Sistemas de coordenadas	381
Fluxogramas funcionais	358	Estrutura do programa conforme DIN	382
Diagramas funcionais	361	Funções preparatórias, funções adicionais	383
7.4 Hidráulica e pneumática		Compensações da ferramenta	385
Símbolos de circuito	363	Movimentos de trabalho	386
Estruturação dos circuitos	365	Ciclos PAL	388
Comandos eletropneumáticos	366		
Fluidos hidráulicos	368	7.8 Tecnologia da informação	
Cilindros pneumáticos	369	Sistemas decimais	393
Forças do pistão	370	Conjunto de caracteres ASCII	394
Velocidade, potência	371	Fluxograma de programas	395
Tubos de precisão	372	Comandos WORD e EXCEL	397

Índice de normas 399...403

Índice remissivo 404...412

Normas e outras regulamentações

Normalização e Termos Padrão

Normalização é a uniformização planejada de objetos materiais e não-materiais, tais como componentes, métodos de cálculo, fluxos de processos e serviços, tudo em benefício do público em geral.

Termos e Normas	Exemplo	Explicação
Norma	DIN 7157	A norma é o resultado publicado do trabalho de normalização, p. ex., a seleção de certos encaixes na DIN 7157.
Parte	DIN 30910-2	A parte de uma norma está associada a outras partes com o mesmo número principal. DIN 30910-2, a parte 2 da norma, por exemplo, descreve materiais sinterizados para filtros, enquanto que as partes 3 e 4 descrevem materiais sinterizados para rolamentos e para peças perfiladas.
Suplemento	DIN 55350 Suplemento	Um suplemento contém informações para uma norma, mas não especificações adicionais. Por exemplo, o suplemento 1 da DIN 55350 contém um índice abrangente de palavras-chave para as definições dos termos da garantia da qualidade contida na DIN 55350.
Minuta	E DIN EN 10025-1	Uma minuta de norma contém os resultados preliminares de uma normalização; esta versão da norma pretendida é disponibilizada ao público para comentários. Por exemplo, a DIN-EN 10025-1 para condições de entrega de produtos de aço estrutural laminados a quente está disponível em forma de Minuta (E DIN EN 10025-1), desde dezembro de 2000.
Norma preliminar	DIN V 17006-100 (1999-04)	Uma norma preliminar contém os resultados da normalização que, devido a reservas, não serão expedidos como norma pelo DIN. A DIN V 17006-100, por exemplo, trata de símbolos complementares para os sistemas de designação de aços.
Data de emissão	DIN 76-1 (2004-06)	Data em que a publicação é disponibilizada para o público, no guia de publicações DIN; é a data em que a norma se torna válida. DIN-76-1, que define recuos para as roscas métricas ISO é válida desde junho de 2004, por exemplo.

Tipos de Normas e Regulamentações (Seleção)

Tipo	Sigla	Explicação	Propósito e conteúdos
Normas Internacionais (ISO)	ISO	International Organization for Standardization, Genebra (Organização Internacional para Normalização, O e S estão invertidos na sigla).	Simplifica a troca internacional de mercadorias e serviços, assim como a cooperação na área científica, técnica e econômica.
Normas Européias (normas EN)	EN	CEN – Comité Européen de Normalisation, Bruxelas (Comitê Europeu de Normalização).	Harmonização técnica e conseqüente redução de barreiras comerciais para o avanço do mercado europeu e a união da Europa.
Normas Alemãs (Normas DIN)	DIN	Deutsches Institut für Normung e.V., Berlim (Instituto Alemão para Normalização).	A normalização nacional facilita a racionalização, garantia da qualidade, proteção ambiental e entendimento comum em economia, tecnologia, ciência, gestão e relações públicas.
	DIN EN	Norma européia para a qual a versão alemã atingiu o status de uma norma alemã.	
	DIN ISO	Norma alemã para a qual uma norma internacional foi adotada sem modificação.	
	DIN EN ISO	Norma européia para a qual uma norma internacional foi adotada sem modificação e a versão alemã tem o status de uma norma alemã.	
	DIN VDE	Publicação impressa da VDE que tem o status de norma alemã.	
Instruções VDI	VDI	Verein Deutscher Ingenieure e.V, Düsseldorf (Sociedade de Engenheiros Alemães).	Estas instruções consideram a última geração em áreas específicas e contém, por exemplo, instruções de procedimentos concretos para cálculo ou projeto de processos de engenharia mecânica ou elétrica.
Publicações impressas VDE	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker e.V, Frankfurt (Organização dos Engenheiros Eletricistas Alemães)	
Publicações DGQ	DGQ	Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V, Frankfurt (Associação Alemã da Qualidade).	Recomendações na área de tecnologia da qualidade.
Folhas REFA	REFA	Associação para o Estudo do Trabalho e a Organização Empresarial REFA e.V, Darmstadt.	Recomendações na área de produção e planejamento de trabalho.

1 Matemática

d	\sqrt{d}	$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$
1	1,0000	0,7854
2	1,4142	3,1416
3	1,7321	7,0686

1.1 Tabelas numéricas

Raiz quadrada, Área de um círculo.....	10
Seno, Co-seno.....	11
Tangente, Co-Tangente	12

Seno	=	$\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}}$
Co-seno	=	$\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$
Tangente	=	$\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Cateto adjacente}}$
Co-tangente	=	$\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Lado oposto}}$

1.2 Funções Trigonômétricas

Definições.....	13
Seno, Co-Seno, Tangente, Co-Tangente.....	13
Leis de senos e co-senos.....	14
Ângulos, Teorema de linhas de intersecção.....	14

$$\frac{3}{x} + \frac{5}{x} = \frac{1}{x} \cdot (3+5)$$

1.3 Fundamentos de Matemática

Uso de parênteses, potências e raízes.....	15
Equações.....	16
Potências de dez, cálculo de juros.....	17
Porcentagem e cálculo de proporções.....	18

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ W} \cdot \text{s}$$

1.4 Símbolos, Unidades

Símbolos em fórmula, símbolos matemáticos.....	19
Unidades SI e de medição.....	20
Unidades não SI.....	22



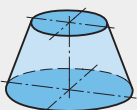
1.5 Comprimentos

Cálculos em triângulo retângulo.....	23
Subdivisão de comprimentos, Comprimento de arco, Comprimento composto.....	24
Comprimento efetivo, do arame da mola e bruto.....	25



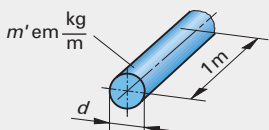
1.6 Áreas

Áreas retangulares.....	26
Triângulo, Polígono, Círculo.....	27
Áreas circulares.....	28



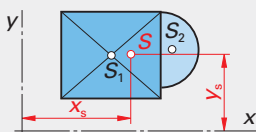
1.7 Volume e Área de superfície

Cubo, Prisma, Cilindro, Cilindro oco, Pirâmide.....	29
Pirâmide truncada, Cone, Cone truncado, Esfera.....	30
Sólidos compostos.....	31



1.8 Massa

Cálculos gerais.....	31
Massa por unidade de comprimento.....	31
Massa por unidade de área.....	31



1.9 Centróides – Centros de gravidade

Centróides de linhas.....	32
Centróides de áreas planas.....	32

Funções Trigonométricas de triângulos retângulos

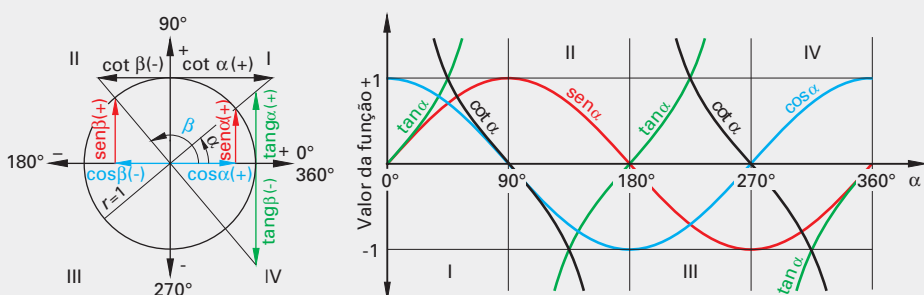
Definições

Designações em um triângulo retângulo	Definições dos coeficientes dos lados	Aplicações	
		para $\angle \alpha$	para $\angle \beta$
 <p>c hipotenusa a cateto oposto de α b cateto adjacente de α</p>	Seno = $\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}}$	$\sin \alpha = \frac{a}{c}$	$\sin \beta = \frac{b}{c}$
	Co-seno = $\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\cos \beta = \frac{a}{c}$
 <p>c hipotenusa a cateto adjacente de β b cateto oposto de β</p>	Tangente = $\frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Cateto adjacente}}$	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$	$\tan \beta = \frac{b}{a}$
	Co-tangente = $\frac{\text{Cateto adjacente}}{\text{Cateto oposto}}$	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$	$\cot \beta = \frac{a}{b}$

Gráfico das funções trigonométricas entre 0° e 360°

Representação em um círculo de raio = 1

Gráfico das funções trigonométricas



Os valores das funções trigonométricas de ângulos $> 90^\circ$ podem ser derivados dos ângulos entre 0° e 90° e em seguida, lidos nas tabelas (páginas 11 e 12). Consultar as curvas do gráfico das funções trigonométricas para ver o sinal correto. As calculadoras com funções trigonométricas exibem o valor e o sinal para o ângulo desejado.

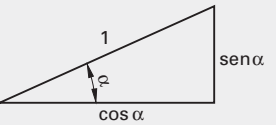
Exemplo: Relações para o Quadrante II

Relações	Exemplo: Valores de função para o ângulo de 120° ($= 30^\circ$ nas fórmulas)		
$\sin (90^\circ + \alpha) = +\cos \alpha$	$\sin (90^\circ + 30^\circ) = \sin 120^\circ = +0,8660$	$\cos 30^\circ = +0,8660$	
$\cos (90^\circ + \alpha) = -\sin \alpha$	$\cos (90^\circ + 30^\circ) = \cos 120^\circ = -0,5000$	$-\sin 30^\circ = -0,5000$	
$\tan (90^\circ + \alpha) = -\cot \alpha$	$\tan (90^\circ + 30^\circ) = \tan 120^\circ = -1,7321$	$-\cot 30^\circ = -1,7321$	

Valores de função para ângulos selecionados

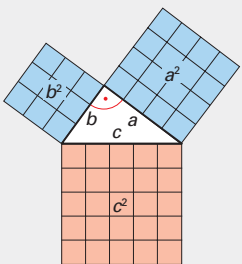
Função	0°	90°	180°	270°	360°	Função	0°	90°	180°	270°	360°
sen	0	+1	0	-1	0	tan	0	∞	0	∞	0
cos	+1	0	-1	0	+1	cot	∞	0	∞	0	∞

Relações entre as funções de um ângulo

	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$	$\tan \alpha \cdot \cot \alpha = 1$
	$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$	$\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$
	Exemplo: Cálculo de $\tan \alpha$ a partir de $\sin \alpha$ e $\cos \alpha$ para $\alpha = 30^\circ$: $\tan \alpha = \sin \alpha / \cos \alpha = 0,5000 / 0,8660 = 0,5774$	

Cálculos em um triângulo retângulo

Teorema de Pitágoras



Em um triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos dois lados.

a lado
 b lado
 c hipotenusa

Quadrado da hipotenusa

$$c^2 = a^2 + b^2$$

1 Exemplo:

$$c = 35 \text{ mm}; a = 21 \text{ mm}; b = ?$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2} = \sqrt{(35 \text{ mm})^2 - (21 \text{ mm})^2} = 28 \text{ mm}$$

Comprimento da hipotenusa

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

1 Exemplo:

Programa CNC com $R = 50 \text{ mm}$ e $I = 25 \text{ m}$.

$K = ?$

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$R^2 = I^2 + K^2$$

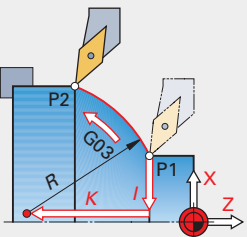
$$K = \sqrt{R^2 - I^2} = \sqrt{50^2 \text{ mm}^2 - 25^2 \text{ mm}^2}$$

$$K = 43,3 \text{ mm}$$

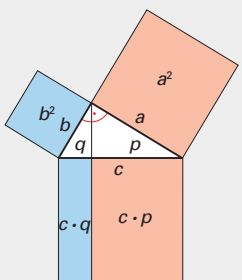
Comprimento dos lados

$$a = \sqrt{c^2 - b^2}$$

$$b = \sqrt{c^2 - a^2}$$



Teorema de Euclides (Teorema dos catetos)



O quadrado de um lado é igual à área do retângulo formado pela hipotenusa e pelo segmento adjacente da hipotenusa.

a, b catetos (lados)
 c hipotenusa
 p, q segmentos da hipotenusa

Quadrados dos catetos

$$b^2 = c \cdot q$$

$$a^2 = c \cdot p$$

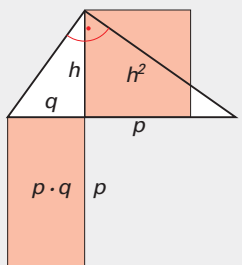
Exemplo:

Um retângulo com $c = 6 \text{ cm}$ e $p = 3 \text{ cm}$ deve ser transformado em um quadrado com a mesma área. Qual é o comprimento do lado do quadrado a ?

$$a^2 = c \cdot p$$

$$a = \sqrt{c \cdot p} = \sqrt{6 \text{ cm} \cdot 3 \text{ cm}} = 4,24 \text{ cm}$$

Teorema das alturas



O quadrado da altura h é igual à área do retângulo formado pelos segmentos da hipotenusa p e q .

h altura
 p, q segmentos da hipotenusa

Quadrado da altura

$$h^2 = p \cdot q$$

Exemplo:

Triângulo retângulo

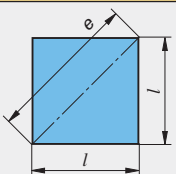
$$p = 6 \text{ cm}; q = 2 \text{ cm}; h = ?$$

$$h^2 = p \cdot q$$

$$h = \sqrt{p \cdot q} = \sqrt{6 \text{ cm} \cdot 2 \text{ cm}} = \sqrt{12 \text{ cm}^2} = 3,46 \text{ cm}$$

Áreas retangulares

Quadrado



A área
 l comprimento do lado
 e comprimento da diagonal

Exemplo:

$$l = 14 \text{ mm}; A = ?; e = ?$$

$$A = l^2 = (14 \text{ mm})^2 = 196 \text{ mm}^2$$

$$e = \sqrt{2} \cdot l = \sqrt{2} \cdot 14 \text{ mm} = 19,8 \text{ mm}$$

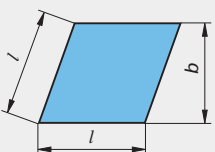
Área

$$A = l^2$$

Comprimento da diagonal

$$e = \sqrt{2} \cdot l$$

Losango



A área
 l comprimento do lado
 b largura

Exemplo:

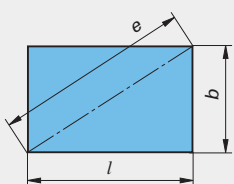
$$l = 9 \text{ mm}; b = 8,5 \text{ mm}; A = ?$$

$$A = l \cdot b = 9 \text{ mm} \cdot 8,5 \text{ mm} = 76,5 \text{ mm}^2$$

Área

$$A = l \cdot b$$

Retângulo



A área
 l comprimento
 b largura
 e comprimento da diagonal

Exemplo:

$$l = 12 \text{ mm}; b = 11 \text{ mm}; A = ?; e = ?$$

$$A = l \cdot b = 12 \text{ mm} \cdot 11 \text{ mm} = 132 \text{ mm}^2$$

$$e = \sqrt{l^2 + b^2} = \sqrt{(12 \text{ mm})^2 + (11 \text{ mm})^2} = \sqrt{265 \text{ mm}^2} = 16,28 \text{ mm}$$

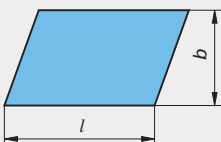
Área

$$A = l \cdot b$$

Comprimento da diagonal

$$e = \sqrt{l^2 + b^2}$$

Paralelogramo



A área
 l comprimento do lado
 b largura

Exemplo:

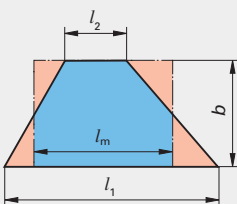
$$l = 36 \text{ mm}; b = 15 \text{ mm}; A = ?$$

$$A = l \cdot b = 36 \text{ mm} \cdot 15 \text{ mm} = 540 \text{ mm}^2$$

Área

$$A = l \cdot b$$

Trapézio



A área
 l_1 comprimento maior
 l_2 comprimento menor
 l_m comprimento médio
 b largura/altura

Exemplo:

$$l_1 = 23 \text{ mm}; l_2 = 20 \text{ mm}; b = 17 \text{ mm}; A = ?$$

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b = \frac{23 \text{ mm} + 20 \text{ mm}}{2} \cdot 17 \text{ mm} = 365,5 \text{ mm}^2$$

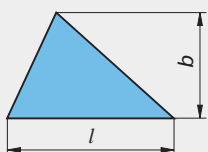
Área

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot b$$

Comprimento médio

$$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$$

Triângulo



A área
 l comprimento do lado
 b largura/altura

Exemplo:

$$l_1 = 62 \text{ mm}; b = 29 \text{ mm}; A = ?$$

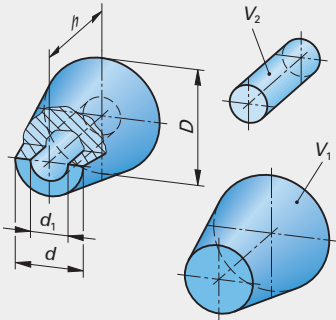
$$A = \frac{l \cdot b}{2} = \frac{62 \text{ mm} \cdot 29 \text{ mm}}{2} = 899 \text{ mm}^2$$

Área

$$A = \frac{l \cdot b}{2}$$

Volume de sólidos compostos, Cálculo da massa

Volume de sólidos compostos



V volume total
 V_1, V_2 volumes parciais

Volume total

$$V = V_1 + V_2 + \dots - V_3 - V_4$$

Exemplo:

Manga cônica; $D = 42$ mm; $d = 26$ mm;
 $d_1 = 16$ mm; $h = 45$ mm; $V = ?$

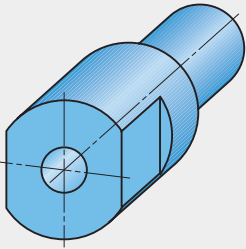
$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{\pi \cdot h}{12} \cdot (D^2 + d^2 + D \cdot d) \\ &= \frac{\pi \cdot 45 \text{ mm}}{12} \cdot (42^2 + 26^2 + 42 \cdot 26) \text{ mm}^2 \\ &= 41610 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot 16^2 \text{ mm}^2}{4} \cdot 45 \text{ mm} = 9048 \text{ mm}^3$$

$$V = V_1 - V_2 = 41610 \text{ mm}^3 - 9048 \text{ mm}^3 = \mathbf{32562 \text{ mm}^3}$$

Cálculo da massa

Massa, geral



m massa ρ densidade
 V volume

Massa

$$m = V \cdot \rho$$

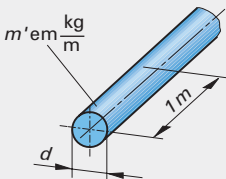
Exemplo:

Peça de alumínio:
 $V = 6,4 \text{ dm}^3$; $\rho = 2,7 \text{ kg/dm}^3$; $m = ?$

$$\begin{aligned} m &= V \cdot \rho = 6,4 \text{ dm}^3 \cdot 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \\ &= \mathbf{17,28 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Valores para densidade de sólidos, líquidos e gases: páginas 116 e 117.

Massa por unidade de comprimento



m massa l comprimento
 m' massa por unidade de comprimento

Massa

$$m = m' \cdot l$$

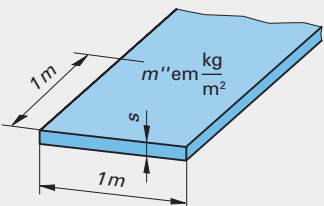
Exemplo:

Barra de aço com $d = 15$ mm;
 $m' = 1,39 \text{ kg/m}$; $l = 3,86 \text{ m}$; $m = ?$

$$\begin{aligned} m &= m' \cdot l = 1,39 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 3,86 \text{ m} \\ &= \mathbf{5,37 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Aplicação: Cálculo da massa de seções de perfil, tubulações, arames, etc., usando os valores de tabela para m' .

Massa por unidade de área



m massa A área
 m'' massa por unidade de área s espessura

Massa

$$m = m'' \cdot A$$

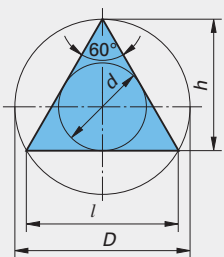
Exemplo:

Chapa de aço
 $s = 1,5$ mm; $m'' = 11,8 \text{ kg/m}^2$;
 $A = 7,5 \text{ m}^2$; $m = ?$

$$\begin{aligned} m &= m'' \cdot A = 11,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \cdot 7,5 \text{ m}^2 \\ &= \mathbf{88,5 \text{ kg}} \end{aligned}$$

Triângulo, Polígono, Círculo

Triângulo equilátero



A área
 d Diâmetro da circunferência inscrita
 l comprimento do lado
 h altura
 D diâmetro da circunferência circunscrita
Exemplo:

$$l = 42 \text{ mm}; A = ?; h = ?$$

$$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot l^2 = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot (42 \text{ mm})^2 = 763,9 \text{ mm}^2$$

Diâmetro da circunferência circunscrita

$$D = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = 2 \cdot d$$

Área

$$A = \frac{1}{4} \cdot \sqrt{3} \cdot l^2$$

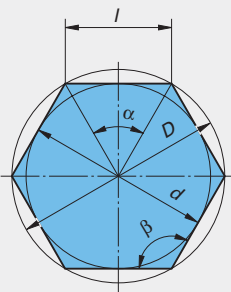
Diâmetro da circunferência inscrita

$$d = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{3} \cdot l = \frac{D}{2}$$

Altura

$$h = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cdot l$$

Polígonos regulares



A área
 l comprimento do lado
 D diâmetro da circunferência circunscrita
 d diâmetro da circunferência inscrita
 n nº de vértices
 α ângulo no centro
 β ângulo nos vértices

Exemplo:

Hexágono com $D = 80 \text{ mm}$; $l = ?$; $d = ?$; $A = ?$

$$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right) = 80 \text{ mm} \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{6}\right) = 40 \text{ mm}$$

$$d = \sqrt{D^2 - l^2} = \sqrt{6400 \text{ mm}^2 - 1600 \text{ mm}^2} = 69,282 \text{ mm}$$

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4} = \frac{6 \cdot 40 \text{ mm} \cdot 69,282 \text{ mm}}{4} = 4156,92 \text{ mm}^2$$

Diâmetro da circunferência inscrita

$$d = \sqrt{D^2 - l^2}$$

Área

$$A = \frac{n \cdot l \cdot d}{4}$$

Diâmetro da circunferência circunscrita

$$D = \sqrt{d^2 + l^2}$$

Comprimento do lado

$$l = D \cdot \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$$

Ângulo no centro

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n}$$

Ângulo nos vértices

$$\beta = 180^\circ - \alpha$$

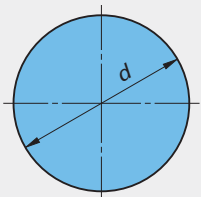
Cálculo de polígono regular usando valores de tabela

Nº de vértices n	Área $A \approx$			Diâmetro da circunferência circunscrita $D \approx$		Diâmetro da circunferência inscrita $d \approx$		Comprimento do lado $l \approx$	
3	$0,325 \cdot D^2$	$1,299 \cdot d^2$	$0,433 \cdot l^2$	$1,154 \cdot l$	$2,000 \cdot d$	$0,578 \cdot l$	$0,500 \cdot D$	$0,867 \cdot D$	$1,732 \cdot d$
4	$0,500 \cdot D^2$	$1,000 \cdot d^2$	$1,000 \cdot l^2$	$1,414 \cdot l$	$1,414 \cdot d$	$1,000 \cdot l$	$0,707 \cdot D$	$0,707 \cdot D$	$1,000 \cdot d$
5	$0,595 \cdot D^2$	$0,908 \cdot d^2$	$1,721 \cdot l^2$	$1,702 \cdot l$	$1,236 \cdot d$	$1,376 \cdot l$	$0,809 \cdot D$	$0,588 \cdot D$	$0,727 \cdot d$
6	$0,649 \cdot D^2$	$0,866 \cdot d^2$	$2,598 \cdot l^2$	$2,000 \cdot l$	$1,155 \cdot d$	$1,732 \cdot l$	$0,866 \cdot D$	$0,500 \cdot D$	$0,577 \cdot d$
8	$0,707 \cdot D^2$	$0,829 \cdot d^2$	$4,828 \cdot l^2$	$2,614 \cdot l$	$1,082 \cdot d$	$2,414 \cdot l$	$0,924 \cdot D$	$0,383 \cdot D$	$0,414 \cdot d$
10	$0,735 \cdot D^2$	$0,812 \cdot d^2$	$7,694 \cdot l^2$	$3,236 \cdot l$	$1,052 \cdot d$	$3,078 \cdot l$	$0,951 \cdot D$	$0,309 \cdot D$	$0,325 \cdot d$
12	$0,750 \cdot D^2$	$0,804 \cdot d^2$	$11,196 \cdot l^2$	$3,864 \cdot l$	$1,035 \cdot d$	$3,732 \cdot l$	$0,966 \cdot D$	$0,259 \cdot D$	$0,268 \cdot d$

Exemplo: Octógono com $l = 20 \text{ mm}$ $A = ?$ $D = ?$

$$A \approx 4,828 \cdot l^2 = 4,828 \cdot (20 \text{ mm})^2 = 1931,2 \text{ mm}^2; \quad D \approx 2,614 \cdot l = 2,614 \cdot 20 \text{ mm} = 52,28 \text{ mm}$$

Círculo



A área
 D diâmetro

Exemplo:

$$d = 60 \text{ mm}; A = ?; U = ?$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (60 \text{ mm})^2}{4} = 2827 \text{ mm}^2$$

$$U = \pi \cdot d = \pi \cdot 60 \text{ mm} = 188,5 \text{ mm}$$

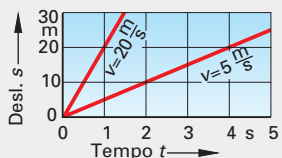
Área

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

Circunferência

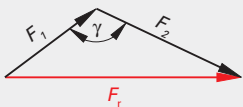
$$U = \pi \cdot d$$

2 Física



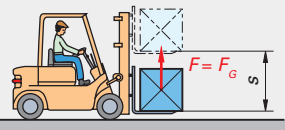
2.1 Movimento

Movimento uniforme e acelerado.....	34
Velocidades em máquinas.....	35



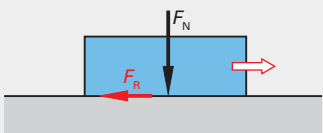
2.2 Forças

Composição e decomposição de forças.....	36
Peso, Força de molas.....	36
Princípio de alavanca, Forças de apoio.....	37
Momento de giro (torques), Alavancas, Força centrífuga.....	37



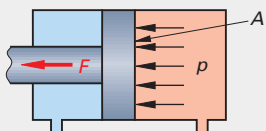
2.3 Trabalho, Potência, Eficiência

Trabalho mecânico.....	38
Máquinas simples.....	39
Potência e Eficiência.....	40



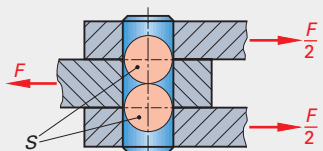
2.4 Atrito

Força de atrito.....	41
Coeficientes de atrito.....	41
Atrito em mancais de rolamentos.....	41



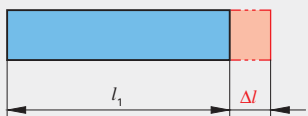
2.5 Pressão em líquidos e gases

Pressão, definição e tipos.....	42
Flutuação/Impulsão.....	42
Mudanças de pressão em gases.....	42



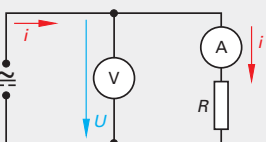
2.6 Resistência de materiais

Casos de carga, Tipos de carga.....	43
Fatores de segurança, Propriedades de Resistência mecânica.....	44
Tensão, Compressão, Pressão superficial.....	45
Cisalhamento, empenamento.....	46
Flexão, Torção.....	47
Resistência relacionada ao formato.....	48
Momentos de área, de resistência e de inércia.....	49
Comparação de vários formatos de seção transversal.....	50



2.7 Termodinâmica

Temperaturas, Expansão linear, Retração.....	51
Quantidade de calor.....	51
Fluxo de calor, Calor de combustão.....	52



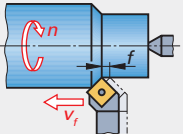
2.8 Eletricidade

Lei de Ohm, resistência de condutor.....	53
Ligação de resistores (em série, em paralelo).....	54
Tipos de corrente.....	55
Trabalho elétrico e potência.....	56

Velocidades em máquinas

Taxa de avanço

Torneamento



v_f velocidade de avanço

n número de rotações

f avanço

f_z avanço por corte

Z número de cortes ou número de dentes no pinhão/na engrenagem

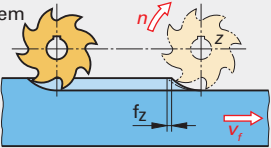
P passo de rosca

p passo de cremalheira

Velocidade de avanço na perfuração, no torneamento

$$v_f = n \cdot f$$

Fresagem



1º Exemplo:

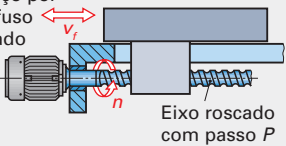
Fresa cilíndrica, $z = 8$; $f_z = 0,2$ mm; $n = 45$ /min; $v_f = ?$

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z = 45 \frac{1}{\text{min}} \cdot 0,2 \text{ mm} \cdot 8 = 72 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Velocidade de avanço na fresagem

$$v_f = n \cdot f_z \cdot z$$

Avanço por parafuso roscado



Eixo roscado com passo P

2º Exemplo:

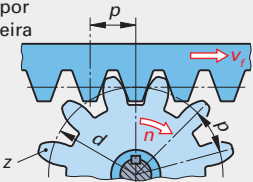
Avanço com eixo roscado, $P = 5$ mm; $n = 112$ /min; $v_f = ?$

$$v_f = n \cdot P = 112 \frac{1}{\text{min}} \cdot 5 \text{ mm} = 560 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Velocidade de avanço com acionamento por parafuso roscado

$$v_f = n \cdot P$$

Avanço por cremalheira



3º Exemplo:

Avanço por cremalheira

$n = 80$ /min; $d = 75$ mm; $v_f = ?$

$$v_f = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 75 \text{ mm} \cdot 80 \frac{1}{\text{min}} = 18850 \frac{\text{mm}}{\text{min}} = 18,85 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

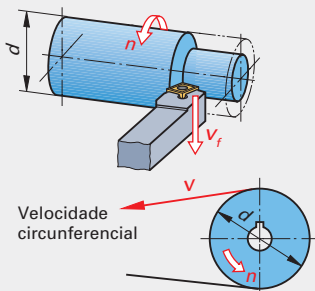
Velocidade de avanço da cremalheira

$$v_f = n \cdot z \cdot p$$

$$v_f = \pi \cdot d \cdot n$$

Velocidade de corte, velocidade circunferencial

Velocidade de corte



Velocidade circunferencial

v_c velocidade de corte

v velocidade circunferencial

d diâmetro

n número de rotações

Velocidade de corte

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n$$

4º Exemplo:

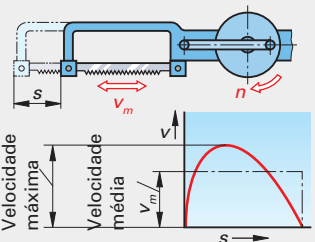
Torneamento, $n = 1200$ /min; $d = 35$ mm; $v_c = ?$

$$v_c = \pi \cdot d \cdot n = \pi \cdot 0,035 \text{ m} \cdot 1200 \frac{1}{\text{min}} = 132 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Velocidade circunferencial

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

Velocidade média com mecanismo de manivela



v_m velocidade média

n número de cursos duplos

s comprimento do curso/elevação

Velocidade média

$$v_m = 2 \cdot s \cdot n$$

Exemplo:

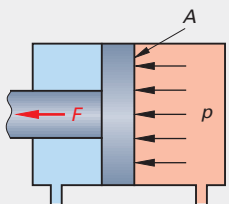
Serra de arco elétrica

$s = 280$ mm; $n = 45$ /min; $v_m = ?$

$$v_m = 2 \cdot s \cdot n = 2 \cdot 0,28 \text{ m} \cdot 45 \frac{1}{\text{min}} = 25,2 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Tipos de Pressão

Pressão



p pressão

A área

F força

Exemplo:

$F = 2 \text{ MN}$; êmbolo - $d = 400 \text{ mm}$; $p = ?$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{2000000 \text{ N}}{\pi \cdot (40 \text{ cm})^2} = 1591 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = \mathbf{159,1 \text{ bar}}$$

Para cálculo de hidráulica e pneumática, ver página 370

Pressão

$$p = \frac{F}{A}$$

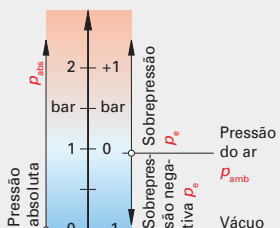
Unidades de pressão

$$1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 0,00001 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ hPa}$$

Sobrepressão, pressão de ar, pressão absoluta



p_e Sobrepressão

p_{amb} pressão do ar (ambiente, circundante)

p_{abs} pressão absoluta

A Sobrepressão é positiva, se $p_{\text{abs}} > p_{\text{amb}}$ e negativa se $p_{\text{abs}} < p_{\text{amb}}$ (vácuo).

Exemplo:

Pneus de carro, $p_e = 2,2 \text{ bar}$; $p_{\text{amb}} = 1 \text{ bar}$; $p_{\text{abs}} = ?$

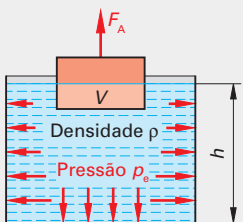
$$p_{\text{abs}} = p_e + p_{\text{amb}} = 2,2 \text{ bar} + 1 \text{ bar} = \mathbf{3,2 \text{ bar}}$$

Sobrepressão

$$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}}$$

$p_{\text{amb}} = 1,013 \text{ bar} \approx 1 \text{ bar}$
(pressão do ar padrão)

Pressão hidrostática, flutuação/impulsão



p_e pressão hidrostática, pressão inerente

F_A força de flutuação

V volume deslocado/
submerso

g aceleração gravitacional

ρ densidade do líquido

h profundidade do líquido

Pressão hidrostática

$$p_e = g \cdot \rho \cdot h$$

Força de flutuação

$$F_A = g \cdot \rho \cdot V$$

Exemplo:

Qual é a pressão em uma profundidade de água de 10 m?

$$p_e = g \cdot \rho \cdot h = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \text{ m} = 98100 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 98100 \text{ Pa} \approx \mathbf{1 \text{ bar}}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Valores de densidade página 117

Mudança de pressão em gases

Compressão

Condição 1

p_{abs1}

V_1

T_1

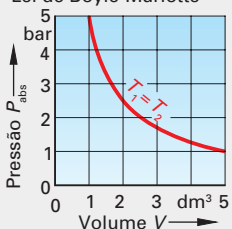
Condição 2

p_{abs2}

V_2

T_2

Lei de Boyle-Mariotte



Condição 1

p_{abs1} pressão absoluta

V_1 volume

T_1 temperatura absoluta

Condição 2

p_{abs2} pressão absoluta

V_2 volume

T_2 temperatura absoluta

Exemplo:

Um compressor aspira $V_1 = 30 \text{ m}^3$ de ar a $p_{\text{abs1}} = 1 \text{ bar}$ e $t_1 = 15^\circ\text{C}$ e comprime para $V_2 = 3,5 \text{ m}^3$ e $t_2 = 150^\circ\text{C}$.

Qual é a pressão p_{abs2} ?

Cálculo de temperaturas absolutas (página 51):

$$T_1 = t_1 + 273 = (15 + 273) \text{ K} = 288 \text{ K}$$

$$T_2 = t_2 + 273 = (150 + 273) \text{ K} = 423 \text{ K}$$

$$p_{\text{abs2}} = \frac{p_{\text{abs1}} \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2} = \frac{1 \text{ bar} \cdot 30 \text{ m}^3 \cdot 423 \text{ K}}{288 \text{ K} \cdot 3,5 \text{ m}^3} = \mathbf{12,6 \text{ bar}}$$

Lei de gás ideal

$$\frac{p_{\text{abs1}} \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_{\text{abs2}} \cdot V_2}{T_2}$$

Casos especiais:

temperatura constante

$$p_{\text{abs1}} \cdot V_1 = p_{\text{abs2}} \cdot V_2$$

Volume constante

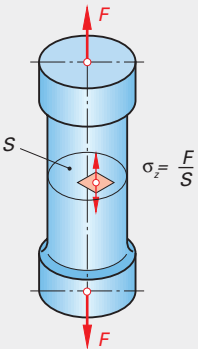
$$\frac{p_{\text{abs1}}}{T_1} = \frac{p_{\text{abs2}}}{T_2}$$

Pressão constante

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Esforço de tração, Esforço compressivo, Pressão superficial

Solicitação por tração



O cálculo da tensão permissível aplica-se apenas à carga estática (Caso de carga I).

σ_t tensão de tração R_e resistência à fratura
 F força de tração R_m resistência à tração
 S área transversal v fator de segurança
 σ_{zul} tensão de tração permissível F_{zul} força de tração permissível

Exemplo:

Aço de barra redonda, $\sigma_{zul} = 130 \text{ N/mm}^2$ (S235JR, $v = 1,8$); $F_{zul} = 13,7 \text{ kN}$; $d = ?$

$$S = \frac{F_{zul}}{\sigma_{zul}} = \frac{13700 \text{ N}}{130 \text{ N/mm}^2} = 105 \text{ mm}^2$$

$d = 12 \text{ mm}$ (Tabela p. 10)

Resistência mecânica R_e e R_m , ver páginas 130 a 138. Para cálculo do alongamento elástico, ver página 190.

Tensão de tração

$$\sigma_z = \frac{F}{S}$$

Força de tração permissível

$$F_{zul} = \sigma_{zul} \cdot S$$

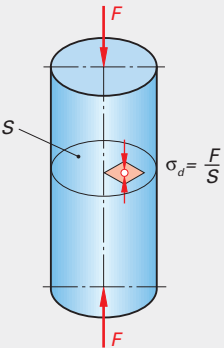
Tensão de tração permissível

$$\sigma_{zul} = \frac{R_e}{v}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{R_m}{v}$$

para
aço
para
ferro
fundido

Solicitação por compressão



O cálculo da tensão permissível aplica-se apenas à carga estática (Caso de carga I).

σ_{dF} tensão de compressão limite F força de compressão
 σ_d tensão de compressão S área transversal
 F_{zul} força de compressão permissível R_m resistência à tração
 σ_{dzul} tensão de compressão permissível v fator de segurança

Exemplo:

Cremalheira feita de EN-GJL-300;
 $S = 2800 \text{ mm}^2$; $v = 2,5$; $F_{allow} = ?$

$$F_{zul} = \sigma_{dzul} \cdot S = \frac{4 \cdot R_m}{v} \cdot S$$

$$= \frac{4 \cdot 300 \text{ N/mm}^2}{2,5} \cdot 2800 \text{ mm}^2 = 1\,344\,000 \text{ N}$$

Resistência mecânica ver página 40 e páginas 160-161.

Tensão de compressão

$$\sigma_d = \frac{F}{S}$$

Força de compressão permissível

$$F_{zul} = \sigma_{dzul} \cdot S$$

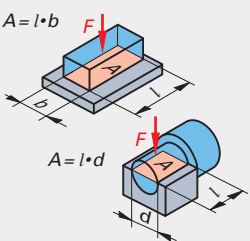
Tensão de compressão

$$\sigma_{dzul} = \frac{\sigma_{dF}}{v}$$

$$\sigma_{dzul} \approx \frac{4 \cdot R_m}{v}$$

para
aço
para
ferro
fundido

Solicitação por pressão superficial



F força A superfície de contato,
 p pressão superficial área projetada

Exemplo:

Duas chapas de metal, com 8 mm de espessura cada, são unidas com um parafuso DIN 1445-10h11x 16 x 30. Qual deve ser a força a ser aplicada, com uma pressão superficial máxima permissível de 280 N/mm²?

$$F = p \cdot A = 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 10 \text{ mm}$$

$$= 22\,400 \text{ N}$$

Pressão superficial

$$p = \frac{F}{A}$$

Pressão superficial permissível para junção com pinos e parafusos de aço (valores padrão)

Tipo de montagem	Pino liso para encaixe por prensa			Encaixe com peça entalhada			Parafuso liso para encaixe deslizante		
Caso de carga	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Material componente	Falta Tradução								
S235	100	70	35	70	50	25	30	25	10
E295	105	75	40	75	55	30	30	25	10
Aço fundido	85	60	30	60	45	20	30	25	10
Ferro fundido	70	50	25	50	35	20	40	30	15
Liga CuSn, CuZn	40	30	15	30	20	10	40	30	15
Liga AlCuMg	65	45	25	45	35	15	20	15	10

Para valores de referência de carga específica permissível de vários materiais de mancais, ver página 261.

Tipos de corrente

Corrente contínua¹⁾ (CC, símbolo —), tensão contínua CC



A corrente contínua flui apenas em um sentido e mantém um nível constante. A tensão também é constante.

I Corrente elétrica em A

U Tensão em V

t Tempo em s

¹⁾ DC – Direct Current (em inglês)

Intensidade de corrente elétrica

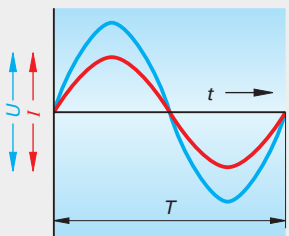
$$I = \text{constante}$$

Tensão

$$U = \text{constante}$$

Corrente alternada²⁾ (CA, símbolo ~), tensão alternada

Duração de ciclo e Frequência



Enquanto a tensão muda continuamente em forma de senoide, os elétrons livres também alternam continuamente seu sentido de fluxo.

f Frequência em 1/s, Hz

T Período em s

ω Frequência angular em 1/s

I Corrente elétrica em A

U Tensão em V

t Tempo em s

Exemplo:

Frequência 50 Hz; $T = ?$

$$T = \frac{1}{50 \frac{1}{s}} = 0,02 \text{ s}$$

²⁾ AC – Alternating Current (em inglês)

Duração do ciclo/período

$$T = \frac{1}{f}$$

Frequência

$$f = \frac{1}{T}$$

Frequência angular

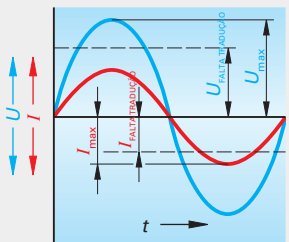
$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$$

1 Hertz = 1 Hz = 1/s

1 período por segundo

Valor máximo e valor efetivo de fluxo e tensão



I_{\max} Valor máximo da corrente elétrica em A

I_{eff} Valor efetivo da corrente elétrica em A

U_{\max} Valor máximo da tensão em V

U_{eff} Valor efetivo da tensão em V (tensão que produz a mesma potência que uma tensão contínua idêntica através de um resistor ôhmico)

I Corrente elétrica em A

U Tensão em V

t Tempo em s

Exemplo:

$U_{\text{eff}} = 230 \text{ V}$; $U_{\max} = ?$

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot 230 \text{ V} = 325 \text{ V}$$

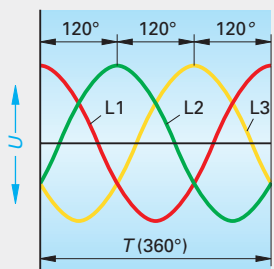
Valor máximo da corrente elétrica

$$I_{\max} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{eff}}$$

Valor máximo da tensão

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$$

Corrente alternada trifásica



A corrente trifásica é gerada a partir de três tensões alternadas, defasadas em 120°.

U Voltagem em V

T Período em s

L1 Fase 1

L2 Fase 2

L3 Fase 3

U_{eff} Tensão efetiva entre o fio da fase e o fio neutro = 230 V

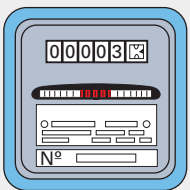
U_{eff} Tensão efetiva entre os dois fios da fase = 440 V

Valor máximo da tensão

$$U_{\max} = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$$

Trabalho Elétrico e Potência, Transformadores

Trabalho elétrico



W Trabalho elétrico em $\text{kW} \cdot \text{h}$
 P Potência elétrica em W
 t Tempo em h

Exemplo:

Chapa quente, $P = 1,8 \text{ kW}$; $t = 3 \text{ h}$;
 $W = ?$ em $\text{kW} \cdot \text{h}$ e MJ

$$W = P \cdot t = 1,8 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 5,4 \text{ kW} \cdot \text{h} = 19,44 \text{ MJ}$$

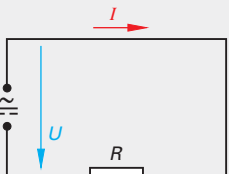
Trabalho elétrico

$$W = P \cdot t$$

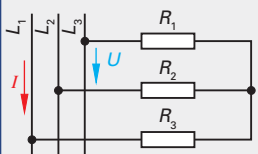
$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3,6 \text{ MJ} \\ = 3600000 \text{ W} \cdot \text{s}$$

Potência elétrica com corrente contínua e corrente alternada ou trifásica sem indução¹⁾

Corrente contínua ou alternada



Corrente trifásica



P potência elétrica em W
 U tensão em V
 I corrente elétrica em A
 R resistência em Ω

1º Exemplo:

Lâmpada incandescente, $U = 6 \text{ V}$; $I = 5 \text{ A}$; $P = ?$; $R = ?$

$$P = U \cdot I = 6 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 30 \text{ W}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{6 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 1,2 \Omega$$

2º Exemplo:

Chapa de fogão elétrico, corrente trifásica,
 $U = 400 \text{ V}$; $P = 12 \text{ kW}$; $I = ?$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{12000 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 17,3 \text{ A}$$

Potência com corrente contínua ou alternada

$$P = U \cdot I$$

$$P = I^2 \cdot R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

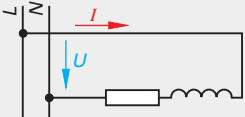
Potência elétrica com corrente trifásica

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$$

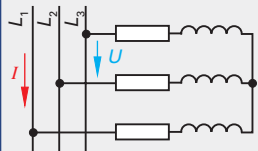
¹⁾ i.e. apenas para dispositivos de aquecimento (resistores ôhmicos)

Potência elétrica com corrente alternada e trifásica com componente de carga indutiva²⁾

Corrente alternada



Corrente trifásica



P Potência elétrica em W
 U Tensão em V
 I Corrente elétrica em A
 $\cos \varphi$ Fator de potência

Exemplo:

Motor trifásico, $U = 400 \text{ V}$; $I = 2 \text{ A}$;
 $\cos \varphi = 0,85$; $P = ?$

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = 3 \cdot 400 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} \cdot 0,85 \\ = 1178 \text{ W} \approx 1,2 \text{ kW}$$

Saída de energia elétrica com corrente alternada

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

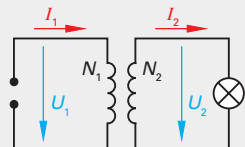
$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

²⁾ i.e. em motores e geradores elétricos

Transformadores

Lado de entrada
 (bobina primária)

Lado de saída
 (bobina secundária)



N_1, N_2 Número de giros
 I_1, I_2 Nível de corrente em A
 U_1, U_2 Tensões em V

Exemplo:

$N_1 = 2875$; $N_2 = 100$; $U_1 = 230 \text{ V}$; $I_1 = 0,25 \text{ A}$; $U_2 = ?$; $I_2 = ?$

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{230 \text{ V} \cdot 100}{2875} = 8 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{I_1 \cdot N_1}{N_2} = \frac{0,25 \text{ A} \cdot 2875}{100} = 7,2 \text{ A}$$

Tensões

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

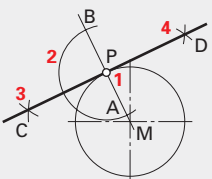
Corrente elétrica

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

3 Comunicação Técnica

	3.1 Construções geométricas básicas Linhas e ângulos.....58 Tangentes, Arcos circulares, Polígonos.....59 Círculos inscritos, Elipses, Espirais.....60 Ciclóides, Curvas evolutivas, Parábolas.....61
	3.2 Gráficos Sistema de coordenadas cartesianas.....62 Tipos de gráfico.....63
	3.3 Elementos de desenho técnico Fontes.....64 Números normalizados, Raios, Escalas.....65 Folhas de desenho.....66 Tipos de linhas.....67
	3.4 Representação em desenho Métodos de projeção.....69 Vistas.....71 Vistas de seções.....73 Hachuras/Sombreamento.....75
	3.5 Inserção de dimensões Regras de dimensionamento.....76 Diâmetros, raios, esferas, chanfros, inclinações, estreitamentos, dimensões de arco.....78 Especificações de tolerância.....80 Tipos de dimensões.....81 Simplificação de desenhos.....83
	3.6 Elementos de máquinas Tipos de engrenagem.....84 Mancais de rolamentos.....85 Vedações.....86 Anéis de segurança, Molas.....87
	3.7 Elementos de peças Saliências em peças torneadas, cantos de peças.....88 Terminais de Rosca, recuos de rosca.....89 Roscas e junções por parafusos.....90 Furos centrais, serrilha.....91
	3.8 Solda e estanhagem Símbolos gráficos.....93 Exemplos de dimensionamento.....95
	3.9 Superfícies Especificações de dureza em desenhos.....97 Desvios de forma, rugosidade.....98 Teste de superfície, Indicações de superfície.....99
	3.10 Tolerâncias ISO e Ajustes Fundamentos.....102 Furação de referência e eixo de referência.....106 Tolerâncias gerais.....110 Recomendações de ajustes.....111 Ajuste de mancal de rolamento.....112 Tolerância em formas e posições.....112

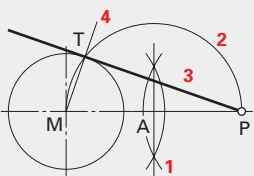
Tangentes, Arcos circulares, Polígonos



Tangente através do ponto P em um círculo

Dado: Círculo e ponto P

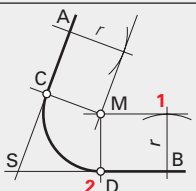
1. Traçar um segmento de linha \overline{MP} e prolongá-lo.
2. Arco com centro em P gera os pontos de intersecção A e B.
3. Arcos com centro em A e B com o mesmo raio geram os pontos de intersecção C e D.
4. A linha que passa através de C e D é perpendicular a \overline{PM} .



Tangente a um círculo passando por P

Dado: Círculo e ponto P

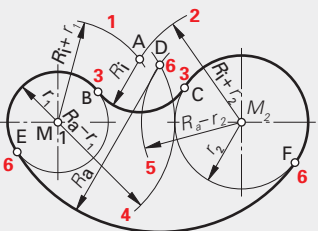
1. Dividir \overline{MP} em partes iguais. A é o ponto médio.
2. Arco com centro em A com raio $r = \overline{AM}$ resulta no ponto de intersecção P. T é o ponto tangente.
3. Ligar T e P
4. \overline{MT} é perpendicular a \overline{PT} .



Arredondar um ângulo

Dado: Ângulo ASB e raio r

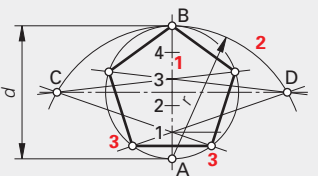
1. Traçar paralelas a \overline{AS} e \overline{BS} com distância r. Sua intersecção M é o centro desejado do arco circular de raio r
2. A intersecção das perpendiculares aos segmentos de linha \overline{AS} e \overline{BS} passando por M são os pontos de transição C e D para o arco.



Ligar dois círculos por arcos

Dado: Círculo 1 e círculo 2, raios R_1 e R_2

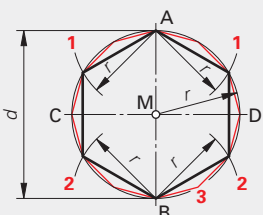
1. Círculo em torno de M_1 com raio $R_1 + r_1$.
2. Círculo em torno de M_2 com raio $R_1 + r_2$ intersecciona com 1 para gerar o ponto de intersecção A.
3. A ligação de M_1 e M_2 a A resulta nos pontos de contato B e C para o raio interno R_1 .
4. Círculo em torno de M_1 com raio $R_2 - r_1$.
5. Círculo em torno de M_2 com raio $R_2 - r_2$, corta 4 gerando o ponto de intersecção D.
6. D ligado a M_1 e a M_2 e prolongado fornece os pontos de contato E e F para o raio externo R_2 .



Polígono regular circunscrito (ex.: pentágono)

Dado: Círculo de diâmetro d

1. Dividir \overline{AB} em 5 partes iguais (página 58).
2. Um arco centralizado em A com raio $r = \overline{AB}$ resulta nos pontos C e D.
3. Traçar linhas de C e D a 1, 3, etc (todos os números ímpares). Os pontos de intersecção no círculo geram os vértices desejados do polígono.
Para polígonos com número par de ângulos, C e D são ligados a 2, 4, 6, etc. (todos os números pares).

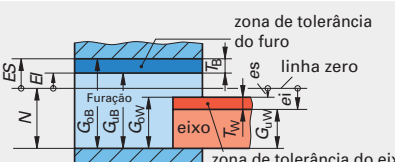

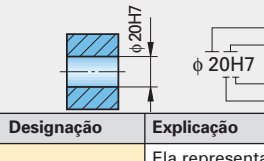
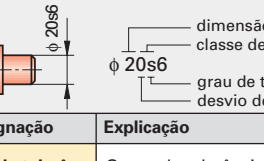
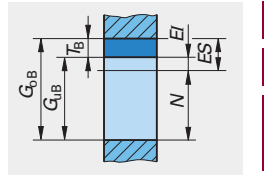
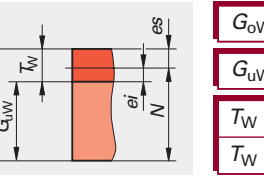
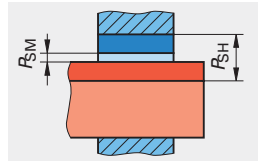
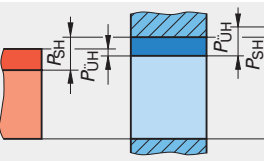
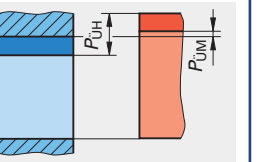


Hexágono, dodecágono circunscritos

Dado: Círculo com diâmetro d

1. Arcos centralizados em A com raio $r = \frac{d}{2}$.
2. Arcos com raio r com centro em B.
3. Traçar segmentos de linha ligando os pontos de intersecção para gerar o hexágono.
Para um dodecágono, encontrar os pontos intermediários, incluindo intersecções em C e D.

Sistema ISO para medidas limites e ajustes

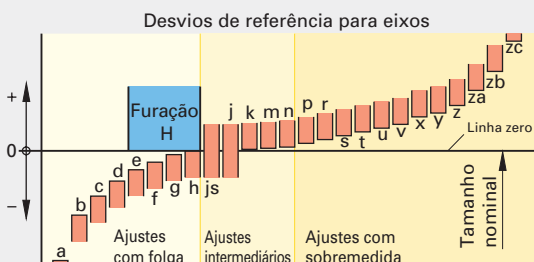
Termos		Cf. DIN ISO 286-1 (1990-11)	
Furação <i>N</i> Tamanho nominal <i>G_{oB}</i> Dimensão máxima do furo <i>G_{uB}</i> Dimensão mínima do furo <i>ES</i> Limite superior de tolerância do furo <i>EI</i> Limite inferior de tolerância do furo <i>T_B</i> Tolerância do furo		Eixo <i>N</i> Dimensão nominal <i>G_{oW}</i> Dimensão máxima do eixo <i>G_{uW}</i> Dimensão mínima do eixo <i>es</i> Limite superior de tolerância do eixo <i>ei</i> Limite inferior de tolerância do eixo <i>T_W</i> Tolerância do eixo	
			
			
Designação	Explicação	Designação	Explicação
Linha zero	Ela representa a dimensão nominal em relação a que são dados os desvios e as tolerâncias.	Grau de tolerância de referência	Grupo de tolerâncias atribuído a um mesmo nível de precisão, p. ex., IT7
Desvio de referência	O desvio de referência determina a posição da zona de tolerância em relação à linha zero.	Grau de tolerância	Número do grau de tolerância de referência, p. ex., 7, para o grau de tolerância de referência IT7.
Tolerância	Diferença entre a dimensão máxima e mínima ou entre os limites superior e inferior de tolerância.	Classe de tolerância	Nome de uma combinação de desvio de referência e um grau de tolerância, p. ex., H7.
Tolerância de referência	Tolerância atribuída ao grau de tolerância de referência, p. ex., IT7 a uma faixa de dimensão nominal, p. ex., 30 a 50 mm.	Ajuste	Condição planejada da união entre o furo e o eixo.
Limites, desvios e tolerâncias		Cf. DIN ISO 286-1 (1990-11)	
Furação  $G_{oB} = N + ES$ $G_{uB} = N + EI$ $T_B = ES - EI$ $T_B = G_{oB} - G_{uB}$		Eixo  $G_{oW} = N + es$ $G_{uW} = N + ei$ $T_W = es - ei$ $T_W = G_{oW} - G_{uW}$	
Exemplo: Furo Ø 50 + 0,3/ + 0,1; $G_{oB} = ?$, $T_B = ?$ $G_{oB} = N + ES = 50 \text{ mm} + 0,3 \text{ mm} = 50,30 \text{ mm}$ $T_B = ES - EI = 0,3 \text{ mm} - 0,1 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$		Exemplo: Eixo Ø 20e8; $G_{uW} = ?$, $T_W = ?$ Para valores de ei e es , ver página 107. $ei = -73 \text{ } \mu\text{m} = -0,073 \text{ mm}$; $es = -40 \text{ } \mu\text{m} = -0,040 \text{ mm}$ $G_{uW} = N + ei = 20 \text{ mm} + (-0,073 \text{ mm}) = 19,927 \text{ mm}$ $T_W = es - ei = -40 \text{ } \mu\text{m} - (-73 \text{ } \mu\text{m}) = 33 \text{ } \mu\text{m}$	
Ajustes		Cf. DIN ISO 286-1 (1990-11)	
Ajuste com folga <i>P_{SH}</i> folga máxima <i>P_{SM}</i> folga mínima 		Ajuste intermediário <i>P_{SH}</i> folga máxima <i>P_{UH}</i> sobremedida máxima 	
		Ajuste com sobremedida <i>P_{UH}</i> sobremedida máxima <i>P_{UM}</i> sobremedida mínima 	
$P_{SM} = G_{uB} - G_{oW}$		$P_{SH} = G_{oB} - G_{uW}$	
$P_{UH} = G_{uB} - G_{oW}$		$P_{UM} = G_{oB} - G_{uW}$	
Exemplo: Ajuste Ø 30 H8/f7, $P_{SH} = ?$; $P_{SM} = ?$ Valores para ES , EI , es , ei : página 107 $G_{oB} = N + ES = 30 \text{ mm} + 0,033 \text{ mm} = 30,033 \text{ mm}$ $G_{uB} = N + EI = 30 \text{ mm} + 0 \text{ mm} = 30,000 \text{ mm}$		$G_{oW} = N + es = 30 \text{ mm} + (-0,020 \text{ mm}) = 29,980 \text{ mm}$ $G_{uW} = N + ei = 30 \text{ mm} + (-0,041 \text{ mm}) = 29,959 \text{ mm}$ $P_{SH} = G_{oB} - G_{uW} = 30,033 \text{ mm} - 29,959 \text{ mm} = 0,074 \text{ mm}$ $P_{SM} = G_{uB} - G_{oW} = 30,000 \text{ mm} - 29,980 \text{ mm} = 0,02 \text{ mm}$	

Sistema ISO para medidas limites e ajustes

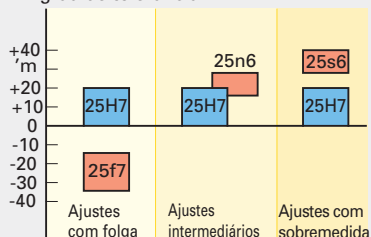
Sistemas de ajuste

Cf. DIN ISO 286-1 (1990-11)

Sistema de ajuste furação de referência (todas as dimensões da furação têm o desvio de referência H)

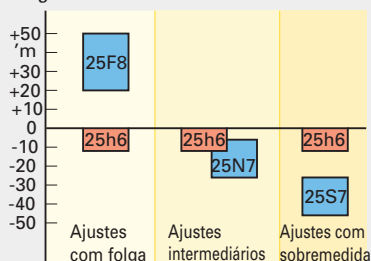
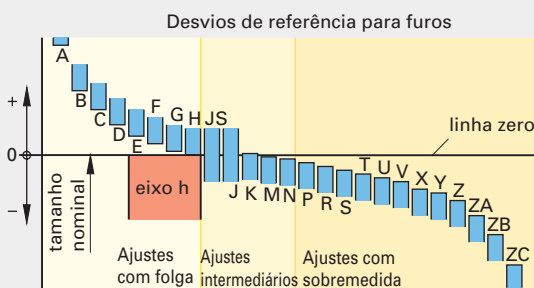


Exemplos para dimensão nominal 25, grau de tolerância 7



Sistema de ajuste eixo de referência (todas as dimensões do eixo têm o desvio de referência h)

Exemplos para dimensão nominal 25, grau de tolerância 6



Tolerâncias de referência

Cf. DIN ISO 286-1 (1990-11)


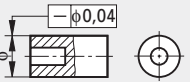
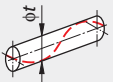


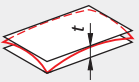

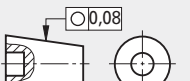


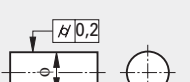
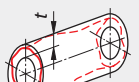

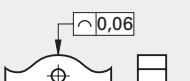



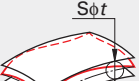

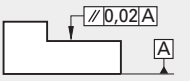
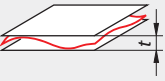

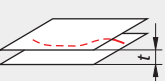

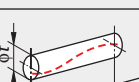

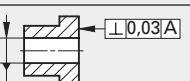
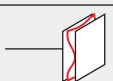
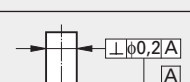
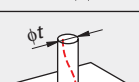
Faixa de dimensão nominal acima de... até mm	Graus de tolerância de referência																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
	Tolerâncias de referência																	
	μm											mm						
até 3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3...6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6...10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10...18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18...30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30...50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50...80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80...120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120...180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180...250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250...315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315...400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400...500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500...630	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630...800	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800...1000	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000...1250	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250...1600	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600...2000	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000...2500	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500...3150	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Os desvios limites dos graus de tolerância para os desvios de referência h, js, H e JS podem ser derivados das tolerâncias de referência: h: $es = 0$; $ei = -IT$ js: $es = +IT/2$; $ei = -IT/2$ H: $ES = +IT$; $EI = 0$ JS: $ES = +IT/2$; $EI = -IT/2$

Tolerância de forma e posição

Indicação em desenhos

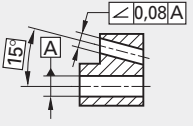
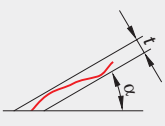
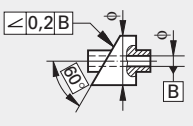
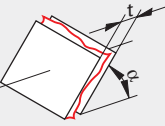
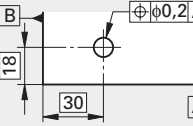
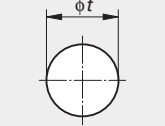
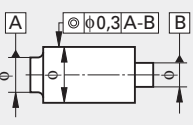
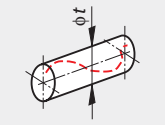
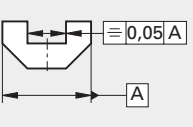
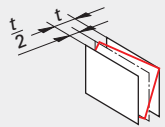
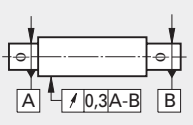
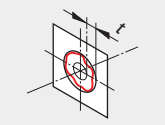
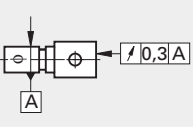
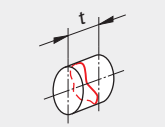
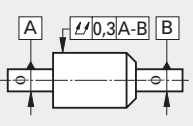
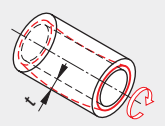
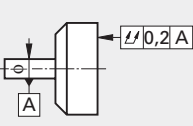
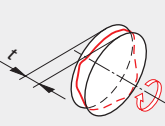
Cf. DIN 1101 (1985-03)

Tipo de tolerância	Simbolos e característica com tolerância	Indicação no desenho	Explicação	Zona de tolerância
Tolerância de forma	 Linearidade		O eixo com sua tolerância deve caber dentro de um cilindro com diâmetro $r = 0,04$ mm.	
	 Planidade		A superfície com sua tolerância deve caber entre dois planos paralelos com distância $t = 0,03$ mm entre eles.	
	 Circularidade		Em todo plano de corte perpendicular ao eixo, a linha circunferencial com sua tolerância deve situar-se entre dois círculos concêntricos com distância de $t = 0,2$ mm entre eles.	
	 Cilindricidade		O corpo do cilindro com sua tolerância deve situar-se entre dois cilindros coaxiais com distância de $t = 0,2$ mm entre eles.	
	 Forma linear		O perfil com sua tolerância deve situar-se entre duas linhas envolventes, cujo afastamento é limitado por círculos com diâmetro $t = 0,06$ mm. Os centros destes círculos situam-se na linha geometricamente ideal.	
	 Forma de superfície		A superfície com sua tolerância deve situar-se entre duas superfícies envolventes, cujo afastamento é limitado por esferas com diâmetro $t = 0,3$ mm. Os centros das esferas situam-se na superfície geometricamente ideal.	
Tolerância de posição	 Paralelismo		A superfície com sua tolerância deve situar-se entre dois planos paralelos ao plano de referência A com distância de $t = 0,02$ mm entre eles.	
			O eixo com sua tolerância deve situar-se entre dois planos paralelos ao plano de referência A com distância de $t = 0,02$ mm entre eles.	
			O eixo com sua tolerância deve situar-se dentro de um cilindro com diâmetro $t = 0,03$ mm, que é paralelo ao eixo de referência A.	
	 Perpendicularidade		A superfície com sua tolerância deve situar-se entre dois planos perpendiculares ao eixo de referência A com distância de $t = 0,03$ mm entre eles.	
			O eixo com sua tolerância deve situar-se dentro de um cilindro com diâmetro $t = 0,2$ mm, que é perpendicular à superfície de referência A.	

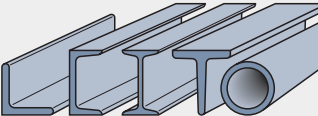
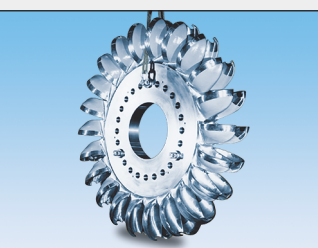
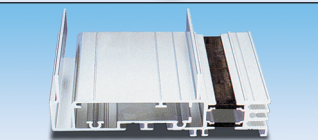

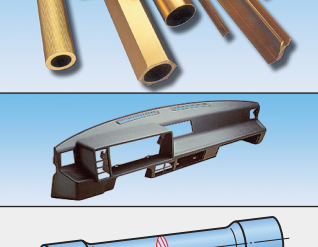
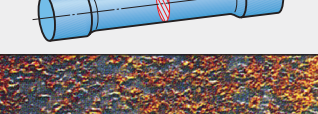

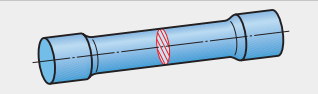
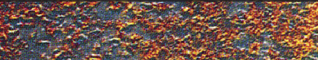
Tolerância de forma e posição

Indicação em desenhos

Cf. DIN ISO 1101 (1985-03)

Tipo de tolerância	Símbolos e característica com tolerância	Indicação no desenho	Explicação	Zona de tolerância
Tolerância de Posição	Tolerância de direção		O eixo com sua tolerância deve situar-se entre duas linhas paralelas com distância $t = 0,08$ mm entre elas, que são inclinadas em 15° em relação à linha de referência A.	
			A superfície inclinada com sua tolerância deve situar-se entre dois planos paralelos, inclinados em relação ao eixo de referência B com distância $t = 0,2$ mm entre eles. O ângulo geométrico ideal deve ter uma inclinação de 60° .	
	Tolerância de localização		O centro real do furo deve situar-se em um círculo com diâmetro $t = 0,2$ mm, cujo centro coincide com a localização precisa do ponto.	
			O eixo da peça com sua tolerância deve situar-se dentro do cilindro coaxial em relação ao eixo de referência A-B, com diâmetro $t = 0,3$ mm.	
			O plano central do rasgo com sua tolerância deve situar-se entre dois planos paralelos com distância de $t = 0,05$ mm entre eles, localizados simetricamente em relação ao plano central das duas superfícies externas.	
	Tolerância de curso		Em cada rotação do eixo sobre o eixo de referência A-B, o desvio do curso circular em cada plano perpendicular ao eixo não deve exceder $t = 0,3$ mm.	
			Em cada rotação do eixo sobre o eixo de referência A, o desvio do curso linear em qualquer ponto de medição não deve exceder $t = 0,3$ mm.	
	Tolerância de curso total		Com mais rotações sobre o eixo de referência A-B e com desvio axial, todos os pontos na superfície devem situar-se dentro da tolerância circular total $t = 0,3$ mm.	
			Com mais rotações sobre o eixo de referência A e com desvio radial, todos os pontos na superfície devem situar-se dentro da tolerância de curso total $t = 0,2$ mm.	



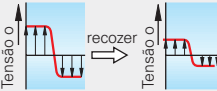
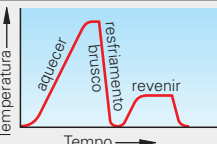
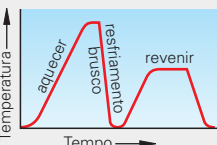
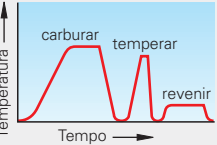
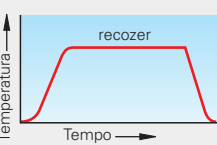
4 Ciência dos materiais

<table><tr><td>Tungstênio (W)</td><td>19,27</td><td>3390</td></tr><tr><td>Zinco (Zn)</td><td>7,13</td><td>419,5</td></tr><tr><td>Estanho (Sn)</td><td>7,29</td><td>231,9</td></tr></table>	Tungstênio (W)	19,27	3390	Zinco (Zn)	7,13	419,5	Estanho (Sn)	7,29	231,9	4.1 Materiais Características quantitativas de materiais sólidos 116 Características quantitativas de materiais sólidos, líquidos e gasosos 117 Sistema periódico dos elementos (tabela) 118
Tungstênio (W)	19,27	3390								
Zinco (Zn)	7,13	419,5								
Estanho (Sn)	7,29	231,9								
<table><tr><td>Aços carbono</td><td>Aços de liga</td><td>Aços inoxidáveis</td></tr></table>	Aços carbono	Aços de liga	Aços inoxidáveis	4.2 Aços, Sistema de designação Definição e classificação de aços 120 Código do material, Designação 121						
Aços carbono	Aços de liga	Aços inoxidáveis								
<table><tr><td>S235</td><td>16MnCr5</td><td>C60E</td></tr><tr><td>31CrMo12</td><td>Cf45</td><td>35S20</td></tr><tr><td>60WCrV8</td><td>X12Cr13</td><td>38Si7</td></tr></table>	S235	16MnCr5	C60E	31CrMo12	Cf45	35S20	60WCrV8	X12Cr13	38Si7	4.3 Tipos de aços, Apresentação 126 Aços estruturais 128 Aços-carbono e aços-liga cementado 132 Aços para ferramentas 135 Aços inoxidáveis 136 Aços para molas 138
S235	16MnCr5	C60E								
31CrMo12	Cf45	35S20								
60WCrV8	X12Cr13	38Si7								
	4.4 Aços, Produtos acabados Metal em chapas e tiras 139 Perfis 143									
	4.5 Tratamento térmico Diagrama de equilíbrio Ferro-Carbono 153 Processos 154									
	4.6 Ferro fundido Designação e número de material 158 Classificação 159 Tipos de ferro fundido 160 Ferro fundido maleável, Aço fundido 161									
	4.7 Tecnologia de fundição Moldes, instalações para fazer moldes 162 Retração de medidas, Tolerâncias dimensionais 163									
	4.8 Metais leves, Apresentação de ligas de Al 164 Ligas de alumínio forjadas 167 Ligas fundição de alumínio 168 Perfis de alumínio 169 Ligas de magnésio e titânio 172									
	4.9 Metais pesados, Apresentação 173 Sistema de designação 174 Ligas de cobre forjadas 175									
	4.10 Outros materiais metálicos Materiais compostos, Materiais cerâmicos 177 Metais sinterizados 178									
	4.11 Plásticos, Apresentação 179 Termoplásticos 182 Duroplásticos (termofixos), Elastômeros 184 Processamento de plástico 186									
	4.12 Processos de teste de material, Apresentação . 188 Teste de tração 190 Teste de dureza 192									
	4.13 Corrosão, Proteção contra corrosão 196									
	4.14 Materiais perigosos 197									

Sistema periódico dos elementos (tabela)

Grupos principais			Simbolos químico										Grupos principais											
Pe- ríodo	I A	II A	Número atômico (= número de prótons)										III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A						
1	1 H Hidro- gênio 1,008	4 Be Berílio 9,012	11 Na Sódio 22,989										Nome do elemento; nas condições: 273 K (0°C) e 1.013 bar sólido: em preto líquido: em marrom gasoso: em azul								2 He Hélio 4,002			
			Massa atômica relativa Elementos radioativos em vermelho, ex.: 222 Elementos sintéticos entre parênteses, ex.: (261)																		10 Ne Neônio 20,179			
2	3 Li Lítio 6,941	12 Mg Magnésio 24,305	Elementos de transição										13 Al Alumínio 26,982	14 Si Silício 28,086	15 P Fósforo 30,974	16 S Enxofre 32,066	17 Cl Cloro 35,453	18 Ar Argônio 39,948						
3	11 Na Sódio 22,989	20 Ca Cálcio 40,078	Elementos de transição										31 Ga Gálio 69,732	32 Ge Germâ- nio 75,590	33 As Arsênio 74,922	34 Se Selênio 78,960	35 Br Bromo 79,904	36 Kr Criptônio 83,800						
4	19 K Potássio 39,102	38 Sr Estrôncio 87,620	Elementos de transição										49 In Índio 114,820	50 Sn Estanho 118,710	51 Sb Antimô- nio 121,750	52 Te Telúrio 127,600	53 I Iodo 126,905	54 Xe Xenônio 131,290						
5	37 Rb Rubídio 85,468	86 Rn Radônio	Elementos de transição										81 Tl Tálio 204,383	82 Pb Chumbo 207,200	83 Bi Bismuto 208,980	84 Po Polônio 210	85 At Astato 210	86 Rn Radônio 222						
6	55 Cs Césio 132,905	88 Ra Rádio 226,025	Elementos de transição										* Existem apenas sugestões de nomes para os elementos 104 a 109. * Elemento 104: também Kurtchatovio (Ku) ou Dúbnio (Db) * Elemento 105: também Joliotio * Elemento 106: também Unilhexio (Unh) * Elemento 107: também Bohrio (Bh) ou Unilseptio (Uns) * Elemento 108: também Hahnio (Hn) ou Uniloctio (Uno) * Elemento 109: também Unilennécio (Une)											
7	87 Fr Frâncio 223	118 Og Oganesson 294	Elementos de transição																					
Não-metals			Elementos de transição																					
Semi-metals (Metalloides)			Elementos de transição																					
Metais leves			Elementos de transição																					
Metais pesados			Elementos de transição																					
Metais nobres			Elementos de transição																					
Halógenos/ halogênicos			Elementos de transição																					
Gases nobres			Elementos de transição																					

Tratamento térmico de aços – Apresentação

Ilustração	Descrição resumida	Aplicação, informações ¹⁾
Normalização, recozimento normal		
	<ul style="list-style-type: none"> Aquecer e manter na temperatura de recozimento → transformação estrutural (austenita) Resfriamento controlado até a temperatura ambiente → estrutura normal de grão fino 	Para normalizar estruturas de grão bruto em produtos laminados, fundidos, soldados e forjados
Recozimento doce		
	<ul style="list-style-type: none"> Aquecer até temperatura de recozimento e mantê-la ou oscilar o recozimento → esferoidização da cementita Resfriar até a temperatura ambiente 	Para melhorar a deformabilidade a frio, usinabilidade com remoção de cavacos e a temperabilidade; pode ser usada para todos os aços.
Recozimento para alívio de tensões		
	<ul style="list-style-type: none"> Aquecer e manter na temperatura de recozimento (abaixo da transição de estrutura) → alívio de tensão por deformação plástica das peças Resfriar até a temperatura ambiente 	Para reduzir tensões em peças soldadas, fundidas e forjadas; pode ser usado para todos os aços
Têmpera/Endurecimento		
	<ul style="list-style-type: none"> Aquecer e manter na temperatura de endurecimento → transformação estrutural (austenita) Resfriar bruscamente, temperar em óleo, água, ar → estrutura fina, quebradiça Cementar → transformação da martensita, maior resistência com boa robustez 	Para peças submetidas à tensão por desgaste, p. ex., ferramentas, molas, guias, formas de prensa; aços adequados para tratamento térmico com C > 0,3%, ex.: C70U, 102Cr6, C45E, HS6-5-2C, X38CrMoV5-3
Refino		
	<ul style="list-style-type: none"> Aquecer e manter na temperatura de endurecimento → transformação estrutural (austenita) Resfriar bruscamente, temperar em óleo, água, ar → estrutura fina, frágil (martensita), para peças maiores, estrutura de grão fina (estados intermediários) Revenir em temperaturas mais altas que a do endurecimento → redução de martensita, estrutura fina, maior resistência com boa robustez 	Usadas normalmente para peças sujeitas a solicitações dinâmicas com alta resistência e boa elasticidade, p. ex., eixos, engrenagens, parafusos; aços refinados, ver página 133, aços nitretados, ver página 134, aços para endurecimento por chama e indução, ver página 134, aços para molas refináveis, ver página 138.
Cementação		
	<ul style="list-style-type: none"> Carburar as peças usinadas na camada periférica Resfriar até a temperatura ambiente → estrutura normal (ferrita, perlita, carburetos) Temperar/endurecer (para o procedimento, ver têmpera/endurecimento) → endurecimento da periferia : aquecer até a temperatura de endurecimento da periferia endurecimento do núcleo: endurecer até a temperatura de endurecimento da área do núcleo. 	<p>Pra peças com superfícies resistentes a desgaste, alta resistência à fadiga e boa resistência do núcleo, p. ex., engrenagens, eixos, parafusos;</p> <p>Endurecimento superficial: alta resistência a desgaste, baixa resistência do núcleo</p> <p>Endurecimento do núcleo: alta resistência do núcleo, superfície dura frágil; aços cementados, ver página 133, aços de corte livre, ver página 134.</p>
Nitretação		
	<ul style="list-style-type: none"> Recozer as peças, normalmente já acabadas, em atmosferas que liberam nitrogênio → formação de nitretos resistentes a desgaste e a temperaturas Resfriamento em ar parado ou em fluxo de nitrogênio 	Para peças com superfícies resistentes a desgaste, alta resistência à fadiga e boa resistência a temperaturas, p. ex., válvulas, hastes de pistão, fusos; aços nitretados, ver página 134

¹⁾ Temperaturas de recozer e revenir, meios de resfriamento brusco e valores de dureza alcançáveis: p. 155 a 157.

Aços para ferramentas, Aços cementados

Tratamento térmico de aços-carbono para aplicações a frio

Cf. DIN EN ISO 4957 (2001-02)

Tipo de aço		Temperatura de moldagem °C	Recozimento doce		Têmpera/Endurecimento				Dureza superficial em HRC ≈			
Designação	Número do material		Temperatura °C	Dureza HB max.	Temperatura °C	Refrigerante	Profundidade de endurecimento ²⁾ mm	Endurecimento total de Ø mm	Depois da têmpera	Depois do revenido ²⁾ a		
									100 °C	200 °C	300 °C	
C45U C70U	1.1730 1.1520	1000...800	680...710	207 183	800...820 790...810	água	3,5 3,0	15 10	58 64	58 63	54 60	48 53
C80U C90U C105U	1.1525 1.1535 1.1545	1050...800 1050...800 1000...800	680...710	192 207 212	780...800 770...790 770...790	água	3,0	10	64 64 65	64 64 64	60 61 62	54 54 56

¹⁾ Para diâmetros de 30 mm²⁾ A temperatura de revenido é definida de acordo com a aplicação e a dureza desejada. Normalmente, os aços são fornecidos com recozimento doce.

Tratamento térmico de aços-liga para aplicações a frio e a quente e de aços rápidos

Cf. DIN EN ISO 4957 (2001-02)

Tipo de aço		Temperatura de moldagem °C	Recozimento doce		Têmpera/Endurecimento		Dureza superficial em HRC ≈ depois do revenido ²⁾ a					
Designação	Número do material		Temperatura °C	Dureza HB max.	Temperatura ¹⁾ °C	Refrigerante	Depois da têmpera	200 °C	300 °C	400 °C	500 °C	550 °C
105V X153CrMoV12	1.2834 1.2379	1050...850	710...750 800...850	212 255	780...800 1010...1030	água ar	68 63	64 61	56 59	48 58	40 58	36 56
X210CrW12 90MnCrV8 102Cr6	1.2436 1.2842 1.2067	1050...850	800...840 680...720 710...750	255 229 223	960...980 780...800 830...850	óleo	64 65 65	62 62 62	60 56 57	58 50 50	56 42 43	52 40 40
60WCrV8 X37CrMoV5-1	1.2550 1.2343	1050...850 1100...900	710...750 750...800	229 229	900...920 1010...1030	óleo	62 53	60 52	58 52	53 53	48 54	46 52
HS6-5-2C HS10-4-3-10 HS2-9-1-8	1.3343 1.3207 1.3247	1100...900	770...840	269 302 277	1200...1220 1220...1240 1180...1200	óleo, banho quente, ar	64 66 66	62 61 62	62 61 62	62 62 61	65 66 68	65 67 69

¹⁾ O tempo de austenitização é o tempo de permanência na temperatura de endurecimento, que é de aproximadamente 25 min para aços com aplicação a frio e de aproximadamente 3 minutos para aços rápidos. O aquecimento é realizado em etapas.²⁾ Aços rápidos são revenidos, no mínimo, duas vezes a 540-570°C. O tempo de permanência nesta temperatura é de, no mínimo, 60 minutos.

Tratamento térmico de aços cementados

Cf. DIN EN ISO 1084 (1998-06)

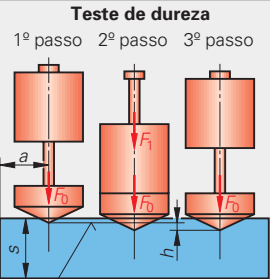
Tipo de aço ¹⁾		Temperatura de carburação °C	Endurecimento		Revenido °C	Refrigerante	Resfriamento brusco da face frontal				
Designação	Número do material		Temperatura de endurecimento do núcleo °C	Temperatura de endurecimento da periferia °C			Dureza HRC em distância				
							Temp. °C	max. ²⁾	3 mm	5 mm	7 mm
C10E C15E	1.1121 1.1141	880...980	880...920	780...820	150...200	água	— —	— —	— —	— —	— —
17Cr3 16MnCr5	1.7016 1.7131		860...900			óleo	880 870	47 47	44 46	40 44	33 41
20MnCr5 20MoCr4	1.7147 1.7321						870 910	49 49	49 47	48 44	46 41
17CrNi6-6 15NiCr13	1.5918 1.5752		830...870 840...880				870 880	47 48	47 48	46 48	45 47
20NiCrMo2-2 18CrNiMo7-6	1.6523 1.6587		860...900 830...870				920 860	49 48	48 48	45 48	42 48

¹⁾ Os mesmos valores se aplicam a aços com conteúdo controlado de enxofre, p. ex., C10R, 20 MnCrS5²⁾ Para aços com endurecibilidade normal (+H) a uma distância de 1,5 mm da face frontal.

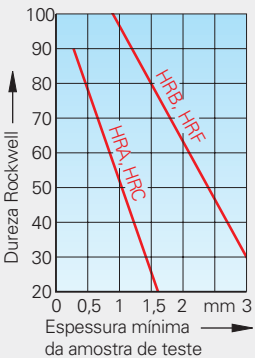
Teste de dureza segundo Rockwell, teste de Dureza segundo Vickers

Teste de dureza segundo Rockwell

Cf. DIN EN ISO 6508-1 (1999-10)



Plano de referência para medição



F_0 força preliminar em N (pré-carga)
 F_1 força de teste em N
 h profundidade de penetração permanente em mm
 s espessura da amostra
 a distância da extremidade

Condições de teste:

A superfície da amostra é esmerilhada com $Ra = 0,8 - 1,6$ μm . O processamento da amostra não deve provocar modificação na microestrutura dela. Distância da extremidade $a \geq 1$ mm

Exemplos de designação:

65 HRC
 70 HRBW

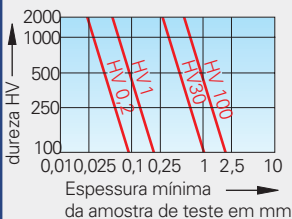
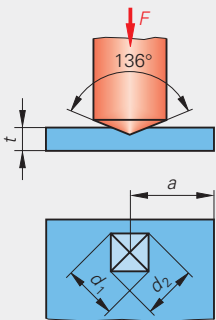
Valor de dureza	Método de teste
65	Dureza Rockwell HRC – C, teste com cone de diamante
70	Dureza Rockwell HRBW – B, teste com esfera de metal duro

Método de teste, aplicação (seleção)

Método	Corpo penetrante	F_0 em N	F_1 em N	Faixa de medição de - a	Aplicação
HRA	Cone de diamante, ângulo do cone 120°	98	490,3	20...88 HRA	Aço endurecido, metais de alta resistência
HRC		98	1373	20...70 HRC	
HRB	Esfera de metal duro (W), 1,5785 mm	98	882,6	20...100 HRB	Aço macio, metais não-ferrosos
HRF		98	490,3	20...100 HRF	

Teste de dureza segundo Vickers

Cf. DIN EN ISO 6507-1 (1990-01)



F força de teste em N
 d, d_1, d_2 diagonais da impressão em mm
 s espessura da amostra
 a distância da extremidade

Condições de teste

A superfície da amostra é esmerilhada com $Ra = 0,4 - 0,8$ μm . O processamento da amostra não deve provocar modificação na microestrutura dela. Distância da extremidade $a \geq 2,5 \cdot d$

Exemplos de designação:

540 HV 1 / 20
 650 HV 5

Valor de dureza	Força de teste F	Tempo de aplicação da força
Dureza Vickers 540	$1 \cdot 9,80665$ N = 9,087 N	Especificado: 20 s
Dureza Vickers 650	$5 \cdot 9,80665$ N = 49,03 N	Não especificado: 10 a 15 s

Condições de teste e forças aplicadas para teste de dureza Vickers

Condição de teste	HV100	HV50	HV30	HV20	HV10	HV5
Força de teste em N	980,7	490,3	294,2	196,1	98,07	49,03
Condição de teste	HV3	HV2	HV1	HV0,5	HV0,3	HV0,2
Força de teste em N	29,42	19,61	9,807	4,903	2,942	1,961

Diagonal da impressão

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Dureza Vickers

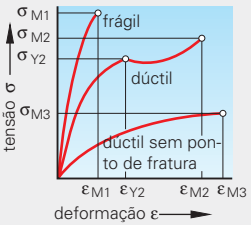
$$HV = 0,1891 \cdot \frac{F}{d^2}$$

Teste de plásticos: Propriedades de tração, Teste de dureza

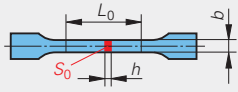
Determinação das propriedades de tração de plásticos

Cf. DIN EN ISO 527-1(1996-04)

Curvas típicas de tensão-deformação



Amostra



F_M força máxima
 F_Y força da tensão de alongamento
 ΔL_{FM} mudança no comprimento com carga máxima
 ΔL_{FY} mudança no comprimento com força da tensão de alongamento

L_0 comprimento calibrado
 S_0 seção transversal inicial
 σ_M resistência à tração

σ_Y tensão de alongamento
 ε_M alongamento máximo
 ε_Y alongamento/deformação

Resistência à tração

$$\sigma_M = \frac{F_M}{S_0}$$

Tensão de alongamento

$$\sigma_Y = \frac{F_Y}{S_0}$$

Alongamento máximo

$$\varepsilon_M = \frac{\Delta L_{FM}}{L_0} \cdot 100 \%$$

Alongamento/Deformação

$$\varepsilon_Y = \frac{\Delta L_{FY}}{L_0} \cdot 100 \%$$

Amostras

Devem ser testadas no mínimo cinco amostras para cada propriedade, ex.: resistência à tração, tensão de alongamento, alongamento.

Aplicação

- termoplástico moldado por injeção e materiais de moldagem por extrusão
- placas e filmes termoplásticos
- duroplásticos moldados
- placas de plásticos termorrígidos
- materiais compostos reforçados com fibra, termoplásticos ou duroplásticos

Velocidade de teste

Amostra de teste de acordo com

DIN EN ISO 527-2 para materiais de moldagem

DIN EN ISO 527-3 para filmes

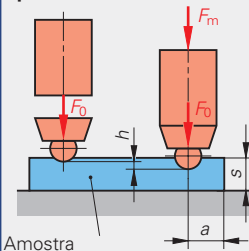
Velocidade de teste em mm/min				Tolerância	Tipo	1A	1B	5A	5B	2	4	5
1	2	5	10	±20%	L_0 mm	50 ± 0,5	50 ± 0,5	20 ± 0,5	10 ± 0,2	50 ± 0,5	50 ± 0,5	25 ± 0,25
				±10%	h mm	4 ± 0,2	4 ± 0,2	≥ 2	≥ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
20	50	100	200		b mm	10 ± 0,2	10 ± 0,2	4 ± 0,1	2 ± 0,1	10...25	25,4 ± 0,1	6 ± 0,4

⇒ **Teste de tração ISO 527-2/1A/50:** Teste de tração de acordo com ISO 527-2; amostra de teste 1A; velocidade de teste 50 mm/min

Teste de dureza em plásticos

Cf. DIN EN ISO 2039-1 (2003-06)

Teste de penetração por esfera



F_0 força inicial (pré-carga) 9,8 N
 h profundidade de penetração
 F_m força de teste
 s espessura da amostra
 a distância da extremidade

Amostras de teste

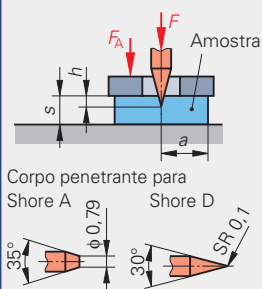
Distância da extremidade $a \geq 10$ mm, espessura mínima da amostra $s \geq 4$ mm

Força de teste F_m em N	Dureza por penetração de esfera H em N/mm² para profundidade h em mm									
	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34
49	22	19	16	15	13	12	11	10	9	9
132	59	51	44	39	35	32	30	27	25	24
358	160	137	120	106	96	87	80	74	68	64
961	430	370	320	290	260	234	214	198	184	171

⇒ **Dureza por penetração de esfera ISO 2039-1 H 132:** $H = 31$ N/mm² com $F_m = 132$ N

Teste de dureza segundo Shore em plásticos

Cf. DIN EN ISO 868 (2003-06)



F_A força inicial 9,8 N
 F força de teste
 h profundidade de penetração
 a distância da extremidade
 s espessura da amostra

Amostras

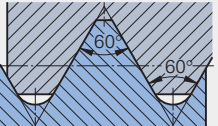
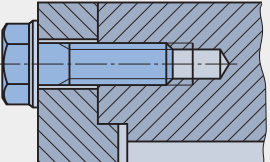

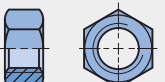

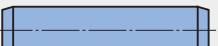

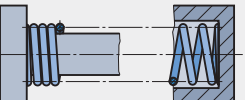

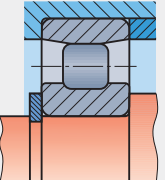
Distância da extremidade $a \geq 9$ mm, espessura mínima da amostra $s \geq 4$ mm

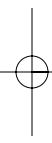
Condições de teste para métodos Shore A e Shore D

Método de teste	F_{max} em N	F_A em N	Aplicação
A	7,30	10	Se a dureza Shore para Tipo D for < 20
D	40,05	50	Se a dureza Shore para Tipo A for > 90

⇒ **85 Shore A:** Valor de dureza 85, método de teste Shore A

5 Elementos de máquinas

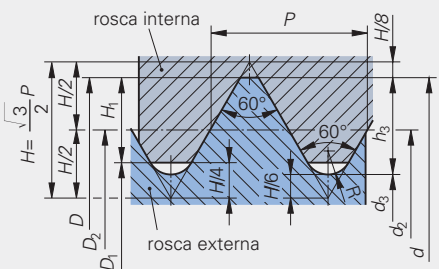
	5.1 Tipos de Roscas (resumo) 202 Roscas métricas ISO 204 Rosca Whitworth, roscas de tubos 206 Roscas trapezoidal e dente de serra 207 Tolerâncias para roscas 208
	5.2 Parafusos (resumo) 209 Designação, resistência 210 Parafusos sextavados 212 Outros parafusos 215 Cálculo de ligações parafusadas 221 Travas de segurança para parafusos 222 Abertura de chaves 223
	5.3 Escareados 224 Escareados para parafusos cabeça chata 224 Escareados para parafusos cilíndricos e sextavados 225
	5.4 Porcas (resumo) 226 Designação, resistência 227 Porcas sextavadas 228 Outras porcas 231
	5.5 Arruelas (resumo) 233 Arruelas planas 234 Arruelas HV, para vigas e pinos, arruelas mola ... 235
	5.6 Pinos e pivôs (resumo) 236 Pinos de guia cilíndricos, cônicos, elásticos 237 Pinos entalhados, rebites entalhados, pivôs 238
	5.7 Junções eixo-cubo, cones para ferramentas Chavetas de cunha 239 Chavetas paralelas, chavetas meia-lua 240 Junções com eixo de ranhuras e rebites cegos ... 241 Cone métrico, cone Morse, cone íngreme 242
	5.8 Molas, Ferramentaria Molas 244 Buchas de guia para brocas 247 Peças padronizadas de estamparia 251
	5.9 Elementos de acionamento Correias 253 Rodas dentadas, engrenagens 256 Transmissões 259 Diagrama de rotações 260
	5.10 Mancais Mancais deslizantes (resumo) 261 Buchas para mancais deslizantes 262 Mancais de rolamento (resumo) 263 Tipos de rolamentos 265 Anéis e arruelas de segurança 269 Elementos de vedação 270 Óleos lubrificantes 271 Graxas 272



Roscas métricas e roscas finas

Rosca métrica ISO para uso geral, perfil nominal

veja DIN 202 (1999-11)



Diâmetro nominal da rosca

$$d = D$$

Avanco

P

Profundidade do filete da rosca externa

$$h_3 = 0,6134 \cdot P$$

Profundidade do filete da rosca interna

$$H_1 = 0,5413 \cdot P$$

Arredondamento

$$R = 0,1443 \cdot P$$

Ø dos flancos

$$d_2 = D_2 = d - 0,6495 \cdot P$$

Ø útil da rosca externa

$$d_3 = d - 1,2269 \cdot P$$

Ø útil da rosca interna

$$D_1 = d - 1,0825 \cdot P$$

Ø da broca

$$= d - P$$

Ângulo entre os flancos

$$S = \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Seção transversal sob tensão

Medidas nominais para roscas normais série 1¹⁾ (medidas em mm)

veja DIN 13-2.....10 (1999-11)

Designação da rosca	Avanço P	dos flancos $d_2 = D_2$	Ø útil		Prof. do filete		Arredondamento	Seção transversal sob tensão S mm ²	Ø da broca ²⁾	Abertura da chave sextavada ³⁾
$d = D$			Rosca externa d_3	Rosca interna D_1	Rosca externa h_3	Rosca interna H_1	R			
M 1	0,25	0,84	0,69	0,73	0,15	0,14	0,04	0,46	0,75	—
M 1,2	0,25	1,04	0,89	0,93	0,15	0,14	0,04	0,73	0,95	—
M 1,6	0,35	1,38	1,17	1,22	0,22	0,19	0,05	1,27	1,25	3,2
M 2	0,4	1,74	1,51	1,57	0,25	0,22	0,06	2,07	1,6	4
M 2,5	0,45	2,21	1,95	2,01	0,28	0,24	0,07	3,39	2,05	5
M 3	0,5	2,68	2,39	2,46	0,31	0,27	0,07	5,03	2,5	5,5
M 4	0,7	3,55	3,14	3,24	0,43	0,38	0,10	8,78	3,3	7
M 5	0,8	4,48	4,02	4,13	0,49	0,43	0,12	14,2	4,2	8
M 6	1	5,35	4,77	4,92	0,61	0,54	0,14	20,1	5,0	10
M 8	1,25	7,19	6,47	6,65	0,77	0,68	0,18	36,6	6,8	13
M 10	1,5	9,03	8,16	8,38	0,92	0,81	0,22	58,0	8,5	16
M 12	1,75	10,86	9,85	10,11	1,07	0,95	0,25	84,3	10,2	18
M 16	2	14,70	13,55	13,84	1,23	1,08	0,29	157	14	24
M 20	2,5	18,38	16,93	17,29	1,53	1,35	0,36	245	17,5	30
M 24	3	22,05	20,32	20,75	1,84	1,62	0,43	353	21	36
M 30	3,5	27,73	25,71	26,21	2,15	1,89	0,51	561	26,5	46
M 36	4	33,40	31,09	31,67	2,45	2,17	0,58	817	32	55
M 42	4,5	39,08	36,48	37,13	2,76	2,44	0,65	1121	37,5	65
M 48	5	44,75	41,87	42,59	3,07	2,71	0,72	1473	43	75
M 56	5,5	52,43	49,25	50,05	3,37	2,98	0,79	2030	50,5	85
M 64	6	60,10	56,64	57,51	3,68	3,25	0,87	2676	58	95

Medidas nominais para roscas finas (medidas em mm)

veja DIN 13-2...10 (1999-11)

Designação da rosca $d \times P$	\varnothing dos flancos $d_2 = D_2$	\varnothing útil externa d_3	\varnothing útil interna D_1	Designação da rosca $d \times P$	\varnothing dos flancos $d_2 = D_2$	\varnothing útil externa d_3	\varnothing útil interna D_1	Designação da rosca $d \times P$	\varnothing dos flancos $d_2 = D_2$	\varnothing útil externa d_3	\varnothing útil interna D_1
M 2 x 0,25	1,84	1,69	1,73	M 10 x 0,25	9,84	9,69	9,73	M 24 x 2	22,70	21,55	21,84
M 3 x 0,25	2,84	2,69	2,73	M 10 x 0,5	9,68	9,39	9,46	M 30 x 1,5	29,03	28,16	28,38
M 4 x 0,2	3,87	3,76	3,78	M 10 x 1	9,35	8,77	8,92	M 30 x 2	28,70	27,55	27,84
M 4 x 0,35	3,77	3,57	3,62	M 12 x 0,35	11,77	11,57	11,62	M 36 x 1,5	35,03	34,16	34,38
M 5 x 0,25	4,84	4,69	4,73	M 12 x 0,5	11,68	11,39	11,46	M 36 x 2	34,70	33,55	33,84
M 5 x 0,5	4,68	4,39	4,46	M 12 x 1	11,35	10,77	10,92	M 42 x 1,5	41,03	40,16	40,38
M 6 x 0,25	5,84	5,69	5,73	M 16 x 0,5	15,68	15,39	15,46	M 42 x 2	40,70	39,55	39,84
M 6 x 0,5	5,68	5,39	5,46	M 16 x 1	15,35	14,77	14,92	M 48 x 1,5	47,03	46,16	46,38
M 6 x 0,75	5,51	5,08	5,19	M 16 x 1,5	15,03	14,16	14,38	M 48 x 2	46,70	45,55	45,84
M 8 x 0,25	7,84	7,69	7,73	M 20 x 1	19,35	18,77	18,92	M 56 x 1,5	55,03	54,16	54,38
M 8 x 0,5	7,68	7,39	7,46	M 20 x 1,5	19,03	18,16	18,38	M 56 x 2	54,70	53,55	53,84
M 8 x 1	7,35	6,77	6,92	M 24 x 1,5	23,03	22,16	22,38	M 64 x 2	62,70	61,55	61,84

¹⁾ Séries 2 e 3 têm também tamanhos intermediários (p.ex., M7, M9, M14).

2) Veja DIN 336 (2003-07)

³⁾ Veja DIN ISO 272 (1979-10)

Classes de resistência, porcas sextavadas com rosca normal

Classes de resistências das porcas

veja DIN EN 20898-2 (1994-02)
DIN EN ISO 3506-2 (1998-03)

Exemplos

Aços-carbono e aços-liga
DIN EN 29898-2

Altura da porca $m \geq 0,8 \cdot d$: **8**
Altura da porca $m < 0,8 \cdot d$: **04**

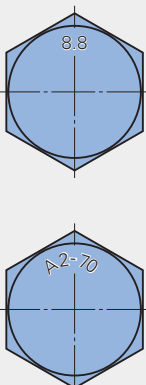
Aços inoxidáveis
DIN EN ISO 3506-2

Altura da porca $m \geq 0,8 \cdot d$: **A 2 – 70**
Altura da porca $m < 0,8 \cdot d$: **A 4 – 035**

Códigos	Estrutura do aço	Grupo do aço	Códigos
8 Classe de resistência 04 Porca baixa, tensão de ensaio = $4 \cdot 100 \text{ N/mm}^2$	A austenítica F ferrítica	1 Liga para torno autom. 2 Em liga com Cr, Ni 4 Em liga com Cr, Ni, Mo	70 Tensão de ensaio = $70 \cdot 10 \text{ N/mm}^2$ 035 Porca baixa, tensão de ensaio = $35 \cdot 10 \text{ N/mm}^2$

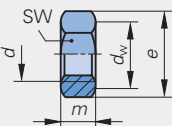
Combinações admissíveis para parafusos e porcas

veja DIN EN 20898-2 (1994-02)

	Classe de resistência da porca	parafusos utilizáveis até a classe de resistência										
		aços-carbono e aços-liga							aços inoxidáveis			
		4.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	A2-50	A2-70	A4-50	A4-70
	4											
	5								com combinações admissíveis entre classes de resistência de parafusos e porcas			
	6											
	8											
	9											
	10											
	12											
	A2-50											
	A2-70											
	A4-50											
	A4-70											
	04, 05, A2-025, A4-025	Classes de resistência para porcas baixas. As porcas são concebidas para pequenas cargas. Parafusos e porcas do mesmo grupo de material, p.ex., aço inoxidável, podem ser combinados entre si.										

Porcas sextavadas com rosca normal, tipo 1¹⁾

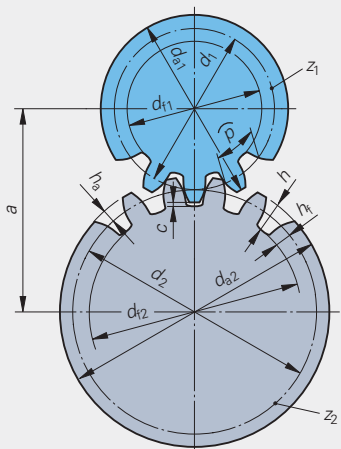
veja DIN EN ISO 4032 (2001-03)

Norma DIN EN ISO válida	Substitui: DIN EN	DIN	d	M1,6	M2	M2,5	M3	M4	M5	M6	M8	M10					
4032	24032	934	SW d _w	3,2 2,4	4 3,1	5 4,1	5,5 4,6	7 5,9	8 6,9	10 8,9	13 11,6	16 14,6					
				e m	3,4 1,3	4,3 1,6	5,5 2	6 2,4	7,7 3,2	8,8 4,7	11,1 5,2	14,4 6,8	17,8 8,4				
				Classes de resistência	conforme acordado					6, 8, 10							
					A2-70, A4-70												
				d	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56				
SW d _w	18 16,6	24 22,5	30 27,7	36 33,3	46 42,8	55 51,1	65 60	75 69,5	85 78,7								
e m	20 10,8	26,8 14,8	33 18	39,6 21,5	50,9 25,6	60,8 31	71,3 34	82,6 38	93,6 45								
Classes de produto (p. 211)				Classes de resistência	6, 8, 10							conforme acordado					
					A2-70, A4-70					A2-50, A4-50		–					
				Rosca d	Classe	Explicação	1) Tipo 1: altura da porca $m \geq 0,8 \cdot d$										
							⇒ Porca sextavada ISO 4032 – M10 – 10: d = 10, classe de resistência 10										
M1,6...M16		A															
M20...M64		B															

⇒ Porca sextavada ISO 4032 – M10 – 10: d = 10, classe de resistência 10

Rodas dentadas – Engrenagens cilíndricas de dentes retos

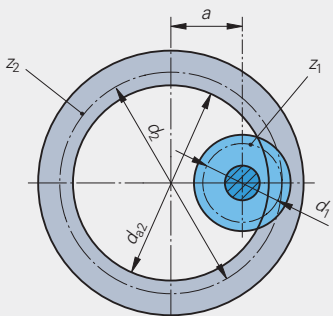
Engrenagens cilíndricas com dentes retos sem correção



m	Módulo	z, z_1, z_2	Nº de dentes
p	Passo	d, d_1, d_2	Ø Círculo primitivo
c	Folga da cabeça		
h	Altura do dente	d_a, d_{a1}, d_{a2}	Ø Círculo da cabeça
h_a	Altura da cabeça do dente	d_f, d_{f1}, d_{f2}	Ø Círculo do pé
h_f	Altura do pé do dente		
a	Distância entre eixos		

Exemplo:

Engrenagem com dentes externos,
 $m = 2 \text{ mm}$; $z = 32$; $c = 0,167 \cdot m$; $d = ?$; $d_a = ?$; $h = ?$
 $d = m \cdot z = 2 \text{ mm} \cdot 32 = 64 \text{ mm}$
 $d_a = d + 2 \cdot m = 64 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} = 68 \text{ mm}$
 $h = 2 \cdot m + c = 2 \cdot 2 \text{ mm} + 0,167 \cdot 2 \text{ mm} = 4,33 \text{ mm}$



Dentes externos

Número de dentes

$$z = \frac{d}{m} = \frac{d_a - 2 \cdot m}{m}$$

Ø Círculo da cabeça

$$d_a = d + 2 \cdot m = m \cdot (z + 2)$$

Ø Círculo do pé

$$d_f = d - 2 \cdot (m + c)$$

Distância entre eixos

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2}$$

Dentes externos e internos

Módulo

$$m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$$

Passo

$$p = \pi \cdot m$$

Ø Círculo primitivo

$$d = m \cdot z$$

Folga da cabeça

$$c = 0,1 \cdot m \text{ até } 0,3 \cdot m$$

 geralmente $c = 0,167 \cdot m$

Altura da cabeça do dente

$$h_a = m$$

Altura do pé do dente

$$h_f = m + c$$

Altura do dente

$$h = 2 \cdot m + c$$

Dentes internos

Número de dentes

$$z = \frac{d}{m} = \frac{d_a + 2 \cdot m}{m}$$

Ø Círculo da cabeça

$$d_a = d - 2 \cdot m = m \cdot (z - 2)$$

Ø Círculo do pé

$$d_f = d + 2 \cdot (m + c)$$

Distância entre eixos

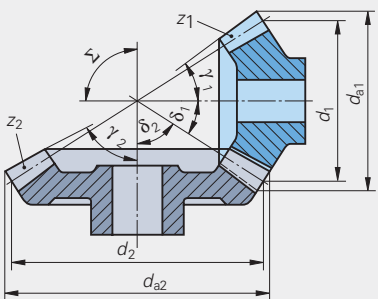
$$a = \frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{m \cdot (z_2 - z_1)}{2}$$

Exemplo:

Engrenagem com dentes internos, $m = 1,5 \text{ mm}$; $z = 80$;
 $c = 0,167 \cdot m$; $d = ?$; $d_a = ?$; $h = ?$
 $d = m \cdot z = 1,5 \text{ mm} \cdot 80 = 120 \text{ mm}$
 $d_a = d - 2 \cdot m = 120 \text{ mm} - 2 \cdot 1,5 \text{ mm} = 117 \text{ mm}$
 $h = 2 \cdot m + c = 2 \cdot 1,5 \text{ mm} + 0,167 \cdot 1,5 \text{ mm} = 3,25 \text{ mm}$

Engrenagens cônicas, coroa e parafuso sem fim

Engrenagens cônicas com dentes retos sem correção



Além das dimensões indicadas nas arestas externas, também são importantes, para a fabricação, as medidas no centro do dente e nas arestas internas.

Exemplo:

Transmissão com engrenagens cônicas, $m = 2$ mm; $z_1 = 30$; $z_2 = 120$; $\Sigma = 90^\circ$. Devem ser calculadas as medidas para tornejar a engrenagem acionadora.

$$\tan \delta_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{30}{120} = 0,2500; \delta_1 = 14,04^\circ$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 2 \text{ mm} \cdot 30 = 60 \text{ mm}$$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m \cdot \cos \delta_1 = 60 \text{ mm} + 2 \cdot 2 \text{ mm} \cdot \cos 14,04^\circ = 63,88 \text{ mm}$$

$$\tan \gamma_1 = \frac{z_1 + 2 \cdot \cos \delta_1}{z_2 - 2 \cdot \sin \delta_1} = \frac{30 + 2 \cdot \cos 14,04^\circ}{120 - 2 \cdot \sin 14,04^\circ} = 0,267$$

$$\gamma_1 = 14,95^\circ$$

m	Módulo	z_1, z_2	Números de dentes
d, d_1, d_2	\varnothing dos círculos primitivos	$\delta, \delta_1, \delta_2$	Ângulos primitivos do cone
d_a, d_{a1}, d_{a2}	\varnothing dos círculos da cabeça	γ_1, γ_2	Ângulos do cone da cabeça
Σ	Ângulo dos eixos (geralmente 90°)		

Passo e altura da cabeça diminuem no sentido da ponta do cone, de forma que a engrenagem cônica possui em cada ponto da largura do dente diferentes módulo, \varnothing do círculo primitivo, etc. O módulo externo corresponde ao módulo normal.

\varnothing Círculo primitivo

$$d = m \cdot z$$

\varnothing Círculo da cabeça

$$d_a = d + 2 \cdot m \cdot \cos \delta$$

Ângulo do cone da cabeça - Engrenagem 1

$$\tan \gamma_1 = \frac{z_1 + 2 \cdot \cos \delta_1}{z_2 - 2 \cdot \sin \delta_1}$$

Ângulo do cone da cabeça - Engrenagem 2

$$\tan \gamma_2 = \frac{z_2 + 2 \cdot \cos \delta_2}{z_1 - 2 \cdot \sin \delta_2}$$

Ângulo primitivo engrenagem 1

$$\tan \delta_1 = \frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{i}$$

Ângulo primitivo engrenagem 2

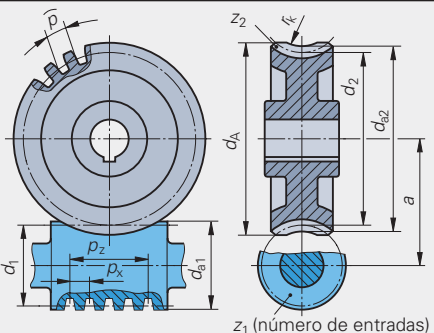
$$\tan \delta_2 = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = i$$

Ângulo dos eixos

$$\Sigma = \delta_1 + \delta_2$$

Altura do dente, altura da cabeça do dente, folga da cabeça etc. são calculados como para engrenagens de dentes retos (página 256).

Coroa e parafuso sem fim



Exemplo:

Coroa e parafuso sem fim, $m = 2,5$ mm; $z_1 = 2$; $d_1 = 40$ mm; $z_2 = 40$; $d_{a1} = ?$; $d_2 = ?$; $d_A = ?$; $r_k = ?$; $a = ?$

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m = 40 \text{ mm} + 2 \cdot 2,5 \text{ mm} = 45 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 2,5 \text{ mm} \cdot 40 = 100 \text{ mm}$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m = 100 \text{ mm} + 2 \cdot 2,5 \text{ mm} = 105 \text{ mm}$$

$$d_A \approx d_{a2} + m = 105 \text{ mm} + 2,5 \text{ mm} = 107,5 \text{ mm}$$

$$r_k = \frac{d_1}{2} - m = \frac{40 \text{ mm}}{2} - 2,5 \text{ mm} = 17,5 \text{ mm}$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{40 \text{ mm} + 100 \text{ mm}}{2} = 70 \text{ mm}$$

m	Módulo	z_1, z_2	Números de dentes
d, d_1, d_2	\varnothing dos círculos primitivos	p_z	Altura da elevação
d_a, d_{a1}, d_{a2}	\varnothing dos círculos da cabeça	p_x, p	Passo (axial)
r_k	Raio do topo da coroa	d_A	\varnothing externo

Parafuso sem fim

\varnothing do círculo primitivo

$$d_1 = \text{medida nominal}$$

Passo axial do parafuso

$$p_x = \pi \cdot m$$

\varnothing do círculo da cabeça

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m$$

Altura da elevação

$$p_z = p_x \cdot z_1 = \pi \cdot m \cdot z_1$$

Coroa

\varnothing do círculo primitivo

$$d_2 = m \cdot z_2$$

Passo

$$p = \pi \cdot m$$

\varnothing do círculo da cabeça

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m$$

Diâmetro externo

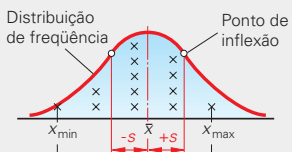
$$d_A \approx d_{a2} + m$$

Raio do topo da coroa

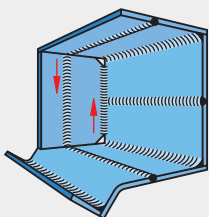
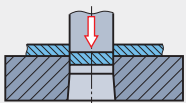
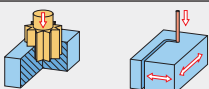
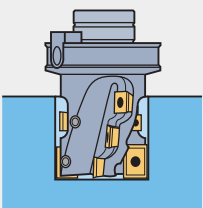
$$r_k = \frac{d_1}{2} - m$$

Folga da cabeça, altura do dente, da cabeça do dente e do pé do dente e distância entre eixos, como para engrenagens cilíndricas (p. 256).

6 Técnicas de fabricação



Custos indiretos da matéria-prima
em porcentagem dos custos diretos da matéria-prima, p. ex., custos com compras, armazenagem, etc.



Usar proteção
para os olhos

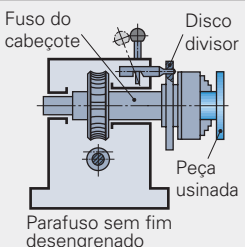


Usar proteção
para a cabeça

6.1 Gerenciamento da qualidade	
Normas, termos.	274
Planejamento e controle da qualidade.	276
Avaliação estatística.	277
Controle estatístico do processo.	279
Capacidade do processo.	281
6.2 Planejamento da produção	
Apuração dos tempos conforme REFA.	282
Cálculo de custos.	284
Valor da hora-máquina.	285
6.3 Usinagem de corte	
Tempo principal.	287
Refrigeração e lubrificação.	292
Materiais de corte.	294
Forças e potências na usinagem.	298
Dados de corte: furar, tornear.	301
Tornear cones.	304
Dados de corte: fresar.	305
Dividir com cabeçote.	307
Dados de corte: retificar, brunir.	308
6.4 Erosão	
Dados de corte.	313
Processos.	314
6.5 Separação por cisalhamento	
Força de cisalhamento.	315
Punção e matriz de corte.	316
Posição da espiga de fixação.	317
6.6 Conformação	
Conformação por dobra.	318
Repuxo profundo.	320
6.7 Unir, juntar	
Soldagem, processos.	322
Preparação do cordão.	323
Soldagem com gás.	324
Soldagem com gás protetor.	325
Soldagem a arco voltaico.	327
Corte térmico.	329
Identificação das garrafas de gás.	331
Brasagem.	333
Colar.	336
6.8 Proteção do meio ambiente e segurança do trabalho	
Sinalização de proibição.	338
Sinalização de aviso/alerta.	339
Sinalização de regulamento e resgate.	340
Sinalização informativa.	341
Símbolos de perigos.	342
Identificação de tubulações.	343
Som e ruído.	344

Dividir com cabeçote divisor

Divisão direta



Na divisão direta o fuso do cabeçote divisor é girado juntamente com a peça usinada e o disco divisor até o passo parcial desejado. No caso, a roda e o parafuso sem fim permanecem desengrenados.

T Número de divisões α ângulo da divisão
 n_L número de furos no disco
 n_I Passo parcial; número de furos que devem ser percorridos

Exemplo:

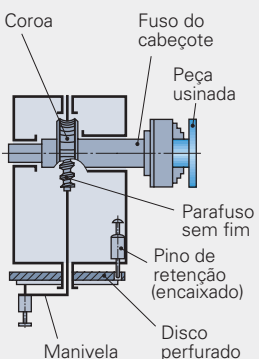
$$n_L = 24; D = 8; n_I = ? \quad n_I = \frac{n_L}{T} = \frac{24}{8} = 3$$

Passo parcial

$$n_I = \frac{n_L}{T}$$

$$n_I = \frac{\alpha \cdot n_L}{360^\circ}$$

Divisão indireta



Na divisão indireta o fuso do cabeçote divisor é acionado pelo parafuso sem fim através da coroa dentada.

T Número de divisões α ângulo de divisão
 i Relação de transmissão do cabeçote divisor
 n_k Passo parcial; número de voltas na manivela para cada passo parcial

Exemplo 1:

$$T = 68; i = 40; n_k = ? \quad n_k = \frac{i}{T} = \frac{40}{68} = \frac{10}{17}$$

Exemplo 2:

$$\alpha = 37,2^\circ; i = 40; n_k = ?$$

$$n_k = \frac{i \cdot \alpha}{360^\circ} = \frac{40 \cdot 37,2^\circ}{360^\circ} = \frac{37,2}{9} = \frac{186}{9 \cdot 5} = 4 \frac{2}{15}$$

Passo parcial

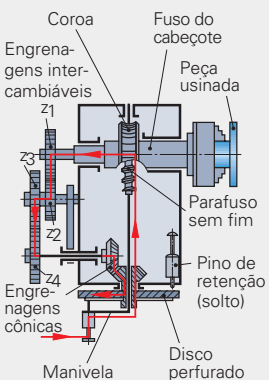
$$n_k = \frac{i}{T}$$

$$n_k = \frac{i \cdot \alpha}{360^\circ}$$

Circunferência dos furos do disco perfurado

15	16	17	18	19	20
21	23	27	29	31	33
37	39	41	43	47	49
ou					
17	19	23	24	26	27
28	29	30	31	33	37
39	41	42	43	47	49
51	53	57	59	61	63

Divisão diferencial



Na divisão diferencial o fuso do cabeçote divisor, como na divisão indireta, é acionado por meio da coroa e parafuso sem fim. O fuso gira simultaneamente o disco perfurado via engrenagens intercambiáveis.

T Número de divisões α angular division
 T' Número de divisões auxiliar
 i Relação de transmissão do cabeçote
 n_k Passo parcial; número de voltas na manivela para uma divisão
 Z_1 Números de dentes das engrenagens motoras (Z_1, Z_3)
 Z_2, Z_4 Números de dentes das engrenagens movidas (Z_2, Z_4)

De acordo com o número de divisões auxiliar T' vale:

$T > T'$: Manivela e disco perfurado devem ter o mesmo sentido de rotação.

$T < T'$: Manivela e disco perfurado devem ter sentidos de rotação opostos

O sentido de rotação necessário é obtido por meio de engrenagens intermediárias.

Exemplo:

$$i = 40; T = 97; n_k = ?; \frac{Z_1}{Z_2} = ?; T' \text{ escolhido} = 100$$

(Manivela e disco perfurado devem ter o mesmo sentido de rotação.)

$$n_k = \frac{i}{T'} = \frac{40}{100} = \frac{8}{20}$$

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{i}{T'} \cdot (T' - T) = \frac{40}{100} \cdot (100 - 97) = \frac{2}{5} \cdot 3 = \frac{6}{5} = \frac{48}{40}$$

Passo parcial

$$n_k = \frac{i}{T'}$$

Número de dentes das engrenagens

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{i}{T'} \cdot (T' - T)$$

Números de dentes das engrenagens

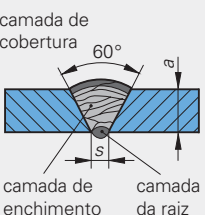
24	24	28	32
36	40	44	48
56	64	72	80
84	86	96	100

Eletrodos de vareta, planejamento do cordão para soldagem com arco voltaico**Eletrodos de vareta para aços-carbono (seleção)**

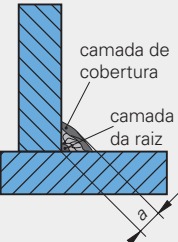
Designação conforme DIN EN 499 ¹⁾	Aplicável para aços (exemplos)	Aplicação, propriedades (exemplos)
E 35 Z A 13	S185-S275, DC01, DC03, DC04	para soldagem de chapas finas, p.ex., carrocerias; bom enchimento de frestas
E 35 2 C 25	S235, S275, P235, P355, L210-L360	cordão circular em tubulações; indicado para camadas de raiz, enchimento e cobertura
E 35 A R 12	S185-S235, P235, P235GH-P265GH	para soldagem de chapas finas, fácil ignição, escória de fácil remoção
E 38 0 RC 11	S185-S355, P235, P265, GP240R	eletrodo universal, cordão liso com transposição livre de entalhes, escória parcialmente auto solúvel
E 42 0 RC 11	S185-S355, P235GH, P265GH, P235-P355	eletrodo universal, cordão liso com transposição livre de entalhes, escória parcialmente auto solúvel
E 42 A RR 12	S185-S355, P235GH, P265GH, P235	para chapas e perfis; fácil ignição, cordão liso com transposição livre de entalhes
E 38 2 RB 12	S185-S355, P235, P265, P235GH-P295GH, GP240R	tubulações e construção de reservatórios; cordão limpo com transposição livre de entalhes, escória de fácil solubilidade
E 38 2 RA 73	S185-S355, P235GH, P265GH, P295GH	eletrodo de alta performance; cordão bem liso com transposição livre de entalhes, escória de fácil remoção
E 42 0 RR 53	S185-S355, P235GH, P265GH, P295GH, GP240R	eletrodo de alta performance para topo e filete; cordão liso com transposição livre de entalhes
E 42 5 B 42 H 10	S185-S355, E295, E355, P25-P295, L210-L360	para ligações tenazes e isentas de fissuras; também para aços com até 0,4% de C
E 42 3 B 42 H 10	S185-S355, P235GH, P265GH, P295GH, P235-P355	para ligações tenazes e isentas de fissuras; também para aços com até 0,4% de C, resistente ao envelhecimento

¹⁾ Para cada eletrodo conforme DIN EN 499, os fabricantes oferecem outras versões que diferem na composição química e na área de aplicação.

Planejamento do cordão para soldagens a arco voltaico com cordão V

	Espessura do cordão a mm	Fresta s mm	Número e tipo das camadas ¹⁾	Dimensões do eletrodo d x l mm	Consumo específico de eletrodos Z _s peças/m	Massa do cordão por tipo de camada m _s g/m	Massa do cordão total m g/m
	4	1	1 R 1 C	3,2 x 450 4 x 450	3 2	75 80	155
	5	1,5	1 R 1 C	3,2 x 450 4 x 450	4 2,9	100 110	210
	6	2	1 R 2 C	3,2 x 450 4 x 450	4 4,7	100 185	285
	8	2	1 R 1 F 1 C	3,2 x 450 4 x 450 5 x 450	4 3,7 3,5	100 145 215	460
	10	2	1 R 1 F 1 C	3,2 x 450 4 x 450 5 x 450	4 4 6,2	100 195 380	675

Planejamento do cordão para soldagens a arco voltaico com filete

							
	3	—	1	3,2 x 450	3,2	80	80
	4	—	1	4 x 450	3,6	140	140
	5	—	3	3,2 x 450	8,6	215	215
	6	—	3	4 x 450	8	310	310
	8	—	1 R 2 C	4 x 450 5 x 450	3 7	120 430	550
	10	—	1 R 4 C	4 x 450 5 x 450	3 12,3	120 745	865
	12	—	1 R 4 C	4 x 450 5 x 450	3 18,5	120 1125	1245

¹⁾ R Camada da raiz; F Camada de enchimento; C Camada de cobertura

Áreas de aplicação e valores de referência para corte

Área de aplicação dos processos de corte

Materiais	Espessura da chapa s em mm									
	1	2	4	6	8	10	20	40		100
Aços estruturais, ligados e não ligados			Corte oxi-acetileno							
			Corte a laser							
			Corte a plasma							
			Corte a jato de água							
Aços cromo-níquel								Corte a arco submerso		
			Corte a laser							
			Corte a plasma							
			Corte a jato de água							
Alumínio, ligas de alumínio			Corte a laser							
			Corte a plasma							
			Corte a jato de água							
Titânio, vidro, cerâmica, pedras, plásticos, bor- racha, materiais de espuma...										
			Corte a jato de água							

Valores de referência para corte oxi-acetileno

Material: aço estrutural não ligado Gás combustível: Acetileno

Espessura da chapa s mm	Bico de corte mm	Largura da fresta de corte mm	Pressão do oxigênio		Pressão do acetileno bar	Consumo total de oxigênio m³/h	Consumo de acetileno m³/h	Velocidade de corte	
			Cortar bar	Aquecer bar				Corte de qualidade m/min	Corte simples m/min
5	3-10	1,5	2,0	2,0	0,2	1,67	0,27	0,69	0,84
8			2,5			1,92	0,32	0,64	0,78
10			3,0			2,14	0,34	0,60	0,74
10	10-25	1,8	2,5	2,5	0,2	2,46	0,36	0,62	0,75
15			3,0			2,67	0,37	0,52	0,69
20			3,5			2,98	0,38	0,45	0,64
25	25-40	2,0	4,0	2,5	0,2	3,20	0,40	0,41	0,60
30			4,3			3,42	0,42	0,38	0,57
35			4,5			3,54	0,44	0,36	0,55

Valores de referência para corte a plasma¹⁾

Material: Aços estruturais altamente ligados Técnica de corte: Argônio-Hidrogênio								Material: Alumínio Técnica de corte: Argônio-Hidrogênio					
Espessura da chapa s mm	Intensidade da corrente		Velocidade de corte		Consumo			Intensidade da corrente		Velocidade de corte		Consumo	
	Corte de qualidade A	Corte simples A	Corte de qualidade m/min	Corte simples m/min	Argônio m³/h	Hidrogênio m³/h	Nitrogênio m³/h	Corte de qualidade A	Corte simples A	Corte de qualidade m/min	Corte simples m/min	Argônio m³/h	Hidrogênio m³/h
4	70	120	1,4	2,4	0,6	—	1,2	70	120	3,6	6,0	1,2	0,5
5			1,1	2,0	0,6	—	1,2			1,9	5,0		
10			0,65	0,95	1,2	0,24	—			1,1	1,6		
15	70	120	0,35	0,6	1,2	0,24	—	70	120	0,6	1,3	1,2	0,5
20			0,25	0,45	1,2	0,24	—			0,35	0,75		
25			0,35	0,35	1,5	0,48	—			0,2	0,5		

¹⁾ Valores válidos para uma potência do arco de aprox. 12 kW e diâmetro do bico de corte de 1,2 mm.

Valores de referência, qualidade e tolerâncias para corte

Valores de referência para corte por feixe de laser¹⁾

M ²⁾	Espessura da chapa s mm	Velocidade de corte v m/min	Gás de corte	Pressão do gás de corte p bar	Velocidade de corte v m/min	Gás de corte	Pressão do gás de corte p bar	Velocidade de corte v m/min	Gás de corte	Pressão do gás de corte p bar
Aço-carbono	Potência do laser 1 kW				Potência do laser 1,5 kW			Potência do laser 2 kW		
	1 1,5	5,0–8,0 4,0–7,0	O ₂	1,5–3,5	7,0–10 5,5–7,5	O ₂	1,5–3,5	7,0–10 5,6–7,4	O ₂	1,5–3,5
	2 2,5	4,0–6,0 3,5–5,0			4,8–6,2 4,2–5,0			4,8–6,1 4,2–5,0		
	3 4	3,5–4,0 2,5–3,0			3,5–4,2 2,8–3,3			3,6–2,8 2,8–3,4		
	5 6	1,8–2,3 1,3–1,6			2,3–2,7 1,9–2,2			2,5–3,0 2,1–2,5		
Aço inoxidável	1 1,5	4,0–5,5 2,8–3,6	N ₂	8 10	5,0–7,0 3,5–5,2	N ₂	6 10	4,5–9,0 3,8–6,6	N ₂	12 13
	2 2,5	2,2–2,8 1,6–2,0		14	2,0–4,0 1,9–3,2		10 14	3,4–5,3 2,7–3,8		14
	3 4	1,3–1,4 –		15 –	1,8–2,4 1,0–1,1		14 15	2,2–2,7 1,4–1,8		14 16

¹⁾ Os valores da tabela são válidos para uma distância focal da lente f = 127 mm (5") e uma fresta de corte b = 0,15 mm.

²⁾ A Grupo de materiais

Qualidade e tolerâncias para peças cortadas por feixes

	Qualidade da superfície cortada	Classe de tolerância	I s u I, II A, B, ... Rz Δl	Comprimento nominal Espessura da peça Tolerância de perpendicularidade Qualidade da superfície cortada Classes de tolerância Rugosidade superficial Desvios limites

Qualidade da superfície cortada	Tolerância de perpendicularidade u em mm	Rugosidade superficial Rz in μm	Classe de tolerância	Espessura da peça s em mm	Desvios limites Δl para comprimentos nominais l em mm			
					de até	de até	de até	de até

Corte oxi-acetileno

cf. DIN 2310-1 (1987-11)

					35 a < 315	315 a < 1000	1000 a < 2000	2000 a < 4000
I	$u < (0,4 + 0,01 \cdot s)$	$R_z < (70 + 1,2 \cdot s)$	A B	3–12	$\pm 1,0$ $\pm 2,0$	$\pm 1,5$ $\pm 3,5$	$\pm 2,0$ $\pm 4,5$	$\pm 3,0$ $\pm 5,0$
II	$u < (1 + 0,015 \cdot s)$	$R_z < (110 + 1,8 \cdot s)$	A B	> 12–50	$\pm 0,5$ $\pm 1,5$	$\pm 1,0$ $\pm 2,5$	$\pm 1,5$ $\pm 3,0$	$\pm 2,0$ $\pm 3,5$
			A B	> 50–100	$\pm 1,0$ $\pm 2,5$	$\pm 2,0$ $\pm 3,5$	$\pm 2,5$ $\pm 4,0$	$\pm 3,0$ $\pm 4,5$

Corte a laser

veja DIN 2310-5 (1990-12)

					> 10 até 30	> 30 até 120	> 120 até 315	> 315 até 1000
I	$u < (0,1 + 0,015 \cdot s)$	$R_z < (10 + 2 \cdot s)$	K L	> 1–3	$\pm 0,12$ $\pm 0,4$	$\pm 0,15$ $\pm 0,5$	$\pm 0,2$ $\pm 0,6$	$\pm 0,25$ $\pm 0,7$
II	$u < (0,25 + 0,025 \cdot s)$	$R_z < (60 + 4 \cdot s)$	K L	> 3–6	$\pm 0,25$ $\pm 0,6$	$\pm 0,3$ $\pm 0,8$	$\pm 0,35$ $\pm 1,0$	$\pm 0,45$ $\pm 1,2$
			K L	> 6–10	$\pm 0,4$ $\pm 0,8$	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$	$\pm 0,6$ $\pm 1,2$	$\pm 0,7$ $\pm 1,6$

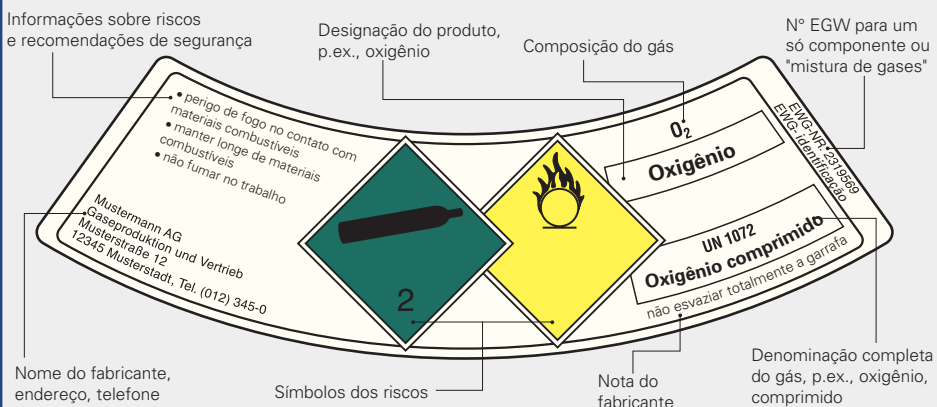
Exemplo: Corte a feixe de laser, qualidade I, classe de tolerância K, s = 250 mm; procurado: u, Rz, Δl
 $u < (0,1 + 0,015 \cdot s) < (0,1 + 0,015 \cdot 6) < 0,19 \text{ mm}$, $R_z < (10 + 2 \cdot s) < (10 + 2 \cdot 6) < 22 \text{ μm}$, $\Delta l = \pm 0,2 \text{ mm}$

Identificação das garrafas de gás

Etiqueta auto-adesiva para produtos de risco

veja DIN EN 1089-2 (2002-11)

A única identificação obrigatória do conteúdo de uma garrafa de gás é feita na etiqueta auto-adesiva de produtos de risco. Essa deve ser colocada preferencialmente na ogiva da garrafa ou imediatamente abaixo.



Símbolos de risco



venenoso



risco de incêndio



corrosivo



inflamável

gás¹⁾

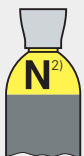
Codificação por cores

veja DIN EN 1089-3 (2004-06)

A codificação da ogiva das garrafas serve como informação adicional sobre as propriedades dos gases. Ela é prontamente identificável quando a distância muito grande impede a leitura da etiqueta auto-adesiva. Essa codificação por cores não é válida para gases liquefeitos.

Codificação por cores genérica

Potencial de risco decrescente



venenoso e/ou corrosivo



combustível



oxidante

inerte³⁾

Codificação por cores para gases especiais



Oxigênio



Acetileno



Argônio



Nitrogênio



Dióxido de carbono



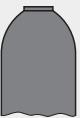


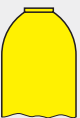










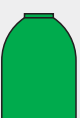













Hélio

1) não combustível e não tóxico

2) N = novo

3) não venenoso, não corrosivo, não combustível, não oxidante





Identificação das garrafas de gás			
Gases puros e misturas de gases para uso industrial			
Identificação por cores (exemplos)		veja Informação da Associação Gases Industriais	
Identificação		Identificação	
antiga	nova ^{1) 2)}	antiga	nova ^{1) 2)}
Oxigênio		Xenônio, criptônio, neônio	
 azul	 branco	 cinza	 verde claro
 azul	 azul	 cinza (preto)	 cinza
Acetileno		Hidrogênio	
 amarelo	 castanho	 vermelho	 vermelho
 amarelo (preto)	 castanho	 vermelho	 vermelho
Argônio		Gás redutor (mistura nitrogênio/hidrogênio)	
 cinza	 verde escuro	 vermelho	 vermelho
 cinza	 cinza	 vermelho (verde escuro)	 cinza
Nitrogênio		Mistura argônio/dióxido de carbono	
 verde escuro	 preto	 cinza	 verde claro
 verde escuro	 cinza	 cinza	 cinza
Dióxido de carbono		Ar comprimido	
 cinza	 cinza	 cinza	 verde claro
 cinza	 cinza	 cinza	 cinza
Hélio		¹⁾ Nas garrafas identificadas conforme DIN EN 1089 deve ser colocada na ogiva da garrafa (em posições opostas) duas letras "N" (= novo). Nas garrafas cujas cores de identificação não foram alteradas, o "N" não é necessário. ²⁾ O corpo cilíndrico da garrafa também pode ser dotado de uma outra cor, porém, isso não pode levar a uma interpretação errônea sobre o perigo do conteúdo da garrafa.	
 cinza	 marrom		
 cinza	 cinza		

338 Técnicas de fabricação: 6.8 Proteção do meio ambiente e segurança do trabalho

Cores de segurança, sinalização de proibição

Cores de segurança

veja DIN 4844-1 (2002-11) e BGV A8¹⁾ (2002-04)

Cor	vermelho 	amarelo 	verde 	azul 
Significado	Pare, Proibido	Atenção! Possível perigo	Ausência de perigo, Primeiros socorros	Sinalização de regulação, Informações
Cor de contraste	branca	preta	branca	branca
Cor da imagem	preta	preta	branca	branca
Exemplo de aplicação (veja páginas 340 e 341)	Sinal de pare, Interruptor de emergência, Sinal de proibido, Material de combate ao fogo	Indicação de perigos (p.ex., fogo, explosão, radiações); Indicação de obstáculos (p.ex., umbral, vala)	Identificação de rotas de resgate e saídas de emergência; Primeiros socorros e postos de resgate	Obrigatoriedade de portar um equipamento de proteção individual; Localização de um telefone

Sinalização de proibição

veja DIN 4844-2 (2001-02) e BGV A8¹⁾ (2002-04)

					
Proibido	Proibido fumar	Proibido fogo, luz aberta e fumar	Proibido para pedestres	Proibido apagar com água	Água não potável
					
Acesso proibido para não autorizados	Proibido para veículos de transporte interno	Proibido tocar	Proibido tocar – carcaça sob tensão elétrica	Proibido ligar	Proibido para portadores de marca-passo
					
Proibido depositar ou armazenar	Proibido transportar pessoas	Proibido entrar na área	Proibido aspergir com água	Proibido telefone celular	Proibido comer e beber
					
Proibido portar suporte de dados magnético ou eletrônico	Proibido subir (pessoas não autorizadas)	Proibido utilizar na banheira, ducha ou pia o aparelho assinalado	Proibido pegar no interior	Proibido operar com cabelos longos	Impróprio para esmerilhadora manual ou de comando manual















¹⁾ Regulamento de prevenção de acidentes do sindicato de trabalhadores BGV A8 (em substituição da VGB 125)

Sinais de alerta					
Sinalização de alerta			veja DIN 4844-2 (2001-02) e BGV A8 ¹⁾ (2002-04)		
					
Aviso da existência de um ponto de perigo	Aviso da existência de materiais inflamáveis	Aviso da existência de materiais explosivos	Aviso da existência de materiais venenosos	Aviso da existência de materiais corrosivos	Aviso da existência de materiais radioativos ou de radiações ionizantes
					
Aviso da existência de carga suspensa	Aviso da existência de veículos de transporte interno	Aviso da existência de corrente elétrica perigosa	Aviso da existência de radiações ópticas	Aviso da existência de feixe de laser	Aviso da existência de materiais comburentes
					
Aviso da existência de radiações eletromagnéticas não ionizantes	Aviso da existência de campos magnéticos	Aviso da existência de perigo de tropeço	Aviso da existência de perigo de queda	Aviso da existência de perigo biológico	Aviso da existência de frio
					
Aviso da existência de materiais nocivos ou irritantes	Aviso da existência de garrafas de gás	Aviso da existência de perigos proporcionados por bateria	Aviso da existência de atmosfera passível de explosão	Aviso da existência de fresadora de solo	Aviso da existência de perigo de esmagamento
					
Aviso da existência de perigo de queda ao rolar	Aviso da possibilidade de partida automática	Aviso da existência de superfície quente	Aviso da existência de risco de ferimentos na mão	Aviso da existência de risco de escorregar	Aviso de perigos pela presença de equipamento de transporte na plataforma

¹⁾ Regulamento de prevenção de acidentes do sindicato de trabalhadores BGV A8 (em substituição da VGB 125)

340 Técnicas de fabricação: 6.8 Proteção do meio ambiente e segurança do trabalho

Sinalização de segurança						veja DIN 4844-2 (2001-02) e BGV A8 ¹⁾ (2002-04)	
Sinalização de regulamento							
							
Sinal genérico de regulamento	Usar óculos de proteção	Usar capacete de proteção	Usar protetor auricular	Usar proteção respiratória	Usar sapatos de segurança		
							
Usar luvas de proteção	Usar roupa de proteção	Usar máscara de proteção	Colocar cinto de segurança	Para pedestres	Usar cinto de segurança		
							
Usar a passarela	Antes de abrir retirar da tomada	Desligar antes do trabalho	Colocar colete salva-vida	Buzinar	Observar as instruções de uso		
Sinalização para rotas de resgate e saídas de emergência							
							
Indicação da direção de equipamentos de primeiros socorros, rotas de resgate e saídas de emergência ²⁾		Primeiros socorros	Padiola	Ducha de emergência	Equipamento de lavagem dos olhos		
							
Telefone de emergência	Médico	Desfibrilador	Rota de resgate/saída de emergência		Local de reunião		
Sinalização de proteção contra incêndio e sinalização adicional							
							
Indicação de direção		Hidrante de parede Mangueira	Escada	Extintor	Telefone para anúncio de incêndio		
		<div>Homens trabalhando! Local: Data: Remoção da etiqueta somente por:</div>		<div>Alta tensão perigo de morte</div>			
Meios e aparelhos de combate ao fogo	Alarme de incêndio	Sinalização adicional que, em conjunto com outra sinalização de segurança, fornece mais informações		Sinalização adicional que, em conjunto com outra sinalização de segurança, fornece mais informações			
¹⁾ Regulamento de prevenção de acidentes do sindicato dos trabalhadores BGV A8			²⁾ só em conjunto com outras sinalizações de resgate				

Sinalização de segurança				veja DIN 4844-2 (2001-02) e BGV A8 ¹⁾ (2002-04)
Sinalização informativa				
<div>Tempo de descarga mais longo do que 1 minuto</div>	<div>Em caso de falha, peça pode estar sob tensão.</div>	<div>Antes de tocar: - Descarregar - Aterrar - Fechar em curto</div>	<div>5 Regras de Segurança Antes de iniciar o serviço: - Desligar a tensão - Garantir contra re-ligamento - Confirmar a ausência de tensão - Aterrar e fechar curto - Cobrir ou fechar peças vizinhas que estejam sob tensão</div>	
Sinalização combinada				
<div><div>Homens trabalhando! Local: Data: Remoção da etiqueta somente por:</div></div> <div>Proibido ligar</div>		<div><div>Alta tensão risco de morte</div></div> <div>Aviso da existência de alta tensão</div>		
<div>Sinalização combinada para rota de fuga ou saída de emergência com a respectiva indicação de direção por meio de setas</div>		<div></div>		
<div></div>		<div></div>		
<div></div>		<div></div>		
<div><div>Sanitários</div></div> <div>Primeiros socorros no sanitário</div>	<div><div>Proibido entrar na cobertura</div></div> <div>Proibido! A cobertura não pode ser adentrada.</div>	<div><div>Coberta extintora</div></div> <div>Coberta extintora para combate a incêndio</div>	<div><div>Desligar o motor, risco de envenenamento</div></div> <div>Aviso da existência de gases venenosos</div>	

1) Regulamento de prevenção de acidentes do sindicato dos trabalhadores BGV A8 (em substituição da VGB 125)

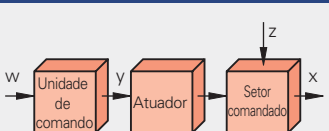
¹⁾ Regulamento de prevenção de acidentes do sindicato dos trabalhadores BGV A8 (em substituição da VGB 125)

342 Técnicas de fabricação: 6.8 Proteção do meio ambiente e segurança do trabalho

Símbolos de perigos e denominações dos perigos						RL 67/548/ EWG (2004-04) ¹
Letra indicativa, símbolo e denominação do perigo	Características perigosas das substâncias	Letra indicativa, símbolo e denominação do perigo	Características perigosas das substâncias	Letra indicativa, símbolo e denominação do perigo	Características perigosas das substâncias	
T+  Muito venenoso	Se absorvidas, mesmo em pequenas quantidades, podem causar danos agudos ou crônicos à saúde e levar à morte. T = Tóxico	Xi  Irritante	No contato com a pele ou mucosas podem provocar inflamações. X = Cruz de Santo André i = irritante	F  Facilmente inflamável	Substâncias sólidas que podem ser facilmente inflamadas por uma fonte de ignição. Substâncias líquidas com ponto de inflamação < 21 °C. F = inflamável	
T  Venenoso	Se absorvidas, mesmo em pequenas quantidades, podem causar danos agudos ou crônicos à saúde e levar à morte. T = Tóxico	E  Risco de explosão	Substâncias podem explodir pelo choque, atrito, fogo ou outras fontes de ignição. E = explosivo	N  Nocivo ao meio ambiente	Substâncias que alteram a água, o solo, o ar, o clima, os animais, as plantas e outros, provocando riscos para o meio ambiente. N = nocivo	
Xn  Nocivo à saúde	Se absorvidas, mesmo em pequenas quantidades, podem causar danos agudos ou crônicos à saúde e levar à morte. X = Cruz de Santo André n = nocivo	O  Comburente	Substâncias que, pela liberação de oxigênio, elevam consideravelmente o risco de incêndio e a intensidade de um incêndio. O = oxidante	T com R 45  Cancerígeno	Se aspiradas, ingeridas ou absorvidas pela pele as substâncias podem estimular o surgimento de câncer de pele. R 45: pode provocar câncer T = Tóxico	
C  Corrosivo	O contato com a substância pode destruir tecidos vivos. C = corrosivo	F+  Altamente inflamável	Substâncias líquidas com ponto de inflamação < 0 °C e ponto de evaporação < 35 °C; substâncias gasosas que são inflamáveis no contato com o ar. F = inflamável	T com R 46  Alterações na herança genética	Substâncias que afetam a hereditariedade do ser humano. R 46: pode causar danos à herança genética. T = Tóxico	
Xn com R 40  Suspeita de alterações na herança genética	Substâncias que, devido a possíveis alterações na herança genética do ser humano, causam preocupações. Todavia, ainda não existem informações suficientes que possam comprová-las. X = Cruz de Santo André n = nocivo R 40 = possíveis danos irreversíveis (p. 199)	T com R 60, R 61  Põe em risco a reprodução	Substâncias que notadamente afetam a capacidade de reprodução, a fertilidade do ser humano. T = tóxico R 60 = pode afetar a capacidade de reprodução R 61 = pode afetar a criança no útero materno	Xn com R 62, R 63  Suspeita de afetar a capacidade reprodutiva	Substâncias que, devido a possíveis alterações na herança genética do ser humano, causam preocupações. X = Cruz de Santo André n = nocivo R 62 = é provável que afete a capacidade reprodutiva R 63 = é provável que afete a criança no útero materno	

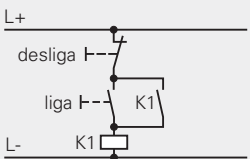
¹⁾ Diretriz EG, anexo II

7 Automação e tecnologia de informação



7.1 Conceitos básicos da automação

Conceitos básicos, letras indicativas, símbolos ..	346
Regulador analógico	348
Regulador descontínuos e digitais	349
Combinações binárias	350



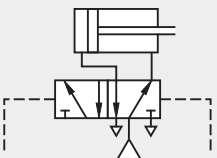
7.2 Circuitos eletrotécnicos

Símbolos de circuitos	351
Identificação nos esquemas elétricos.	353
Esquemas elétricos	354
Sensores	355
Medidas de proteção	356



7.3 Fluxogramas e diagramas de funções

Fluxograma funcionais.	358
Diagramas funcionais.	361



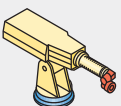
7.4 Hidráulica e pneumática

Símbolos de circuito	363
Estruturação de circuitos	365
Comandos	366
Fluidos de pressão hidráulicos	368
Cilindros pneumáticos	369
Forças, velocidades, potências	370
Tubos de aço de precisão	372



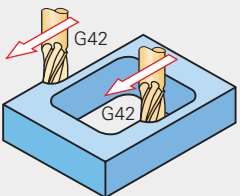
7.5 Comandos programáveis

Linguagem de programação SPS	373
Plano de contatos (KOP)	374
Linguagem de blocos de funções (FBS)	374
Texto estruturado (ST)	374
Lista de instruções	375
Funções simples	376



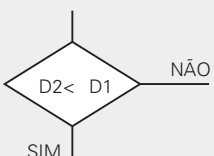
7.6 Manipulação e robótica

Sistema de coordenadas e eixos	378
Estrutura de robôs	379
Garra, segurança do trabalho	380



7.7 Tecnologia NC

Sistemas de coordenadas	381
Estrutura do programa	382
Funções preparatórias, funções adicionais.	383
Correções da ferramenta e do percurso	385
Movimentos de trabalho	386
Ciclos PAL para fresadora	388
Ciclos PAL para tornos	390



7.8 Tecnologia da informação

Sistema decimal	393
Conjunto de caracteres ASCII	394
Símbolos do fluxograma de programas	395
Fluxograma do programa	396
Comandos WORD	397
Comandos EXCEL	398

Conceitos básicos da tecnologia de regulação e comando

Conceitos básicos

veja DIN 19226-1 até -5 (1994-02)

Comando

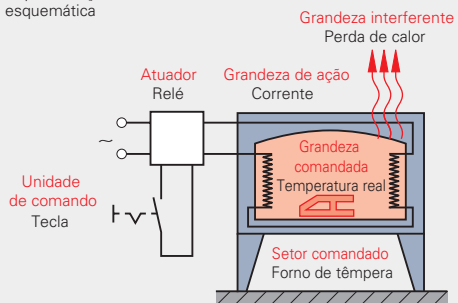
No comando a grandeza de saída, p.ex., a temperatura num forno de têmpera, é influenciada pela grandeza de entrada, p.ex., a corrente na resistência de aquecimento. A grandeza de saída não influencia a grandeza de entrada. O comando tem um curso de ação aberto.

Regulação

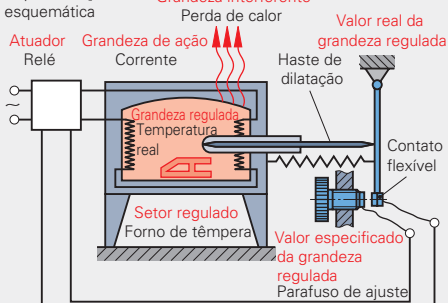
Na regulação a grandeza regulada, p.ex., a temperatura real de um forno de têmpera, é continuamente comparada com a temperatura especificada como grandeza de referência e, havendo divergência, é ajustada à grandeza de referência. A regulação tem um curso de ação fechado.

Exemplo: Forno de têmpera

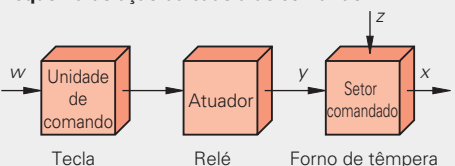
Representação esquemática



Representação esquemática

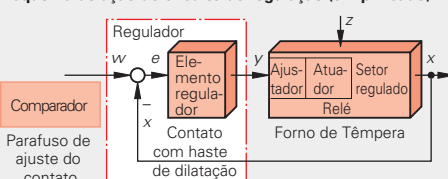


Esquema de ação da cadeia de comando



w Grandeza de referência	y Grandeza de ação	z Grandeza interferente	x Grandeza comandada
Temperatura especificada	Corrente	Perda de calor	Temperatura real

Esquema de ação do circuito de regulação (simplificado)



w Grandeza de referência	e Diferença de regulação	y Grandeza de ação	z Grandeza interferente	x Grandeza regulada
Temperatura especificada	$e = w - x$	Corrente	Perda de calor	Temp. real

Letras indicativas da função

veja DIN 19227-1 (1993-10)

Exemplo de designação:

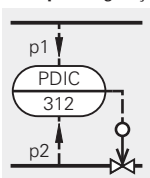
PDIC

Primeira letra
D Densidade
E Grandezas elétricas
F Fluxo, taxa de transferência
G Distância, posição, comprimento
H Entrada manual, ação manual
K Tempo
L Nível (p.ex, nível de enchimento)
M Umidade
P Pressão
Q Grandezas de qualidade
R Grandezas de radiação
S Velocidade, rotação
T Temperatura
W Peso, massa

Letra complementar
D Diferença
F Proporção
J Resposta do ponto de medição
Q Soma, Integral

Letras subsequentes
A Aviso de falha
C Auto-regulação
H Limite superior
I Indicação
L Limite inferior
R Registro

Exemplo: Regulação da diferença de pressão



Explicação: P Pressão
D Diferença
I Indicação
C Auto-regulação

em linguagem coloquial: Regulação da diferença de pressão e indicação da diferença de pressão

Medidas de proteção

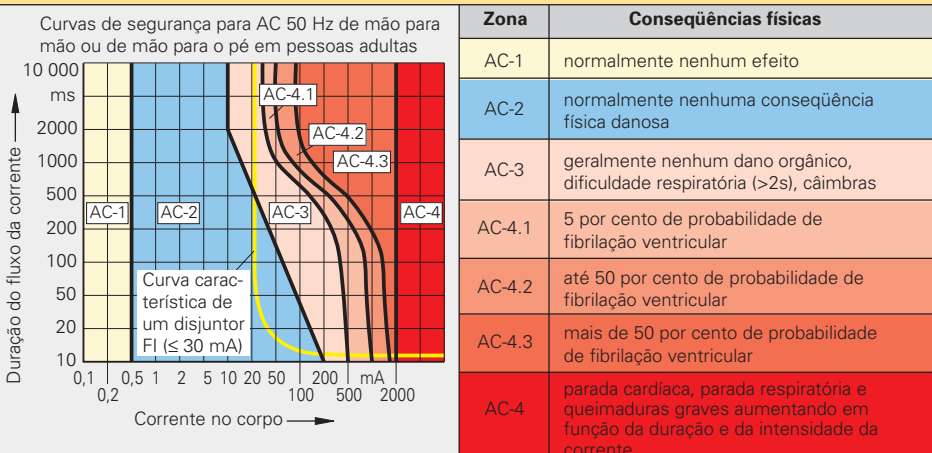
Medidas de proteção contra choque elétrico

veja DIN VDE 0 100-410 (2003-06)

Proteção contra contato direto e no caso de contato indireto	Proteção contra choque elétrico sob condições normais de operação: contra contato direto	Proteção contra choques elétricos sob condições de falhas: no caso de contato direto
<p>Proteção por:</p> <ul style="list-style-type: none"> tensão extra-baixa de segurança SELV (inglês: Safety Extra Low Voltage) tensão extra-baixa de proteção com corte seguro PELV (inglês: Protective Extra Low Voltage) tensão extra-baixa de funcionamento FELV (inglês: Functional Extra Low Voltage) 	<p>Proteção por:</p> <ul style="list-style-type: none"> isolamento de proteção nas partes ativas, p.ex., cabos armadura como isolamento, p.ex., carcaça em aparelhos elétricos distância, p.ex., capa de proteção, carcaça de grade de arame obstáculos, p.ex., grade de proteção, obstáculo 	<p>Proteção por:</p> <ul style="list-style-type: none"> desligamento automático ou aviso, p.ex., dispositivo de proteção contra corrente de fuga equilíbrio de potencial recintos não condutivos, p.ex., por revestimento isolante isolamento de proteção, p.ex., carcaça recoberta com material isolante
Proteção adicional: proteção por comutador de corrente de fuga RCD: (inglês: Residual Current Device = disjuntor de corrente residual)		

Efeito da corrente alternada sobre o corpo humano

veja IEC 60479-1 (1994)



Fusíveis de proteção de condutores e seção dos condutores

veja DIN VDE 0 1000-430 (1991-11)

Corrente nominal do fusível I_n em A	Cor indicativa do fusível	Seção mínima em mm ² de condutores de cobre para instalação tipo								Corrente nominal do fusível I_n em A	Cor indicativa do fusível	Seção mínima em mm ² de condutores de cobre para instalação tipo							
		A1		B1		B2		C				A1		B1		B2		C	
		e número de condutores com carga										e nº de condutores com carga							
		2	3	3	3	2	3	2	3			2	3	3	3	2	3	2	3
10 (13)	vermelho	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	25	amarelo	4	4	2,5	4	4	4	2,5	2,5
16	cinza	1,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	35	preto	6	6	6	6	6	6	4	4
20	azul	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,5	2,5	50	branco	10	16	10	10	10	10	10	10

Tipo de instalação de cabos e condutores isolados

veja DIN VDE 0 298-4 (2003-08)

A1		Instalação em paredes com isolamento térmica, em conduítes elétricos	B2		Instalação em conduítes elétricos embutidos ou sobre a parede, em canaleta ou atrás de régua de soquete
B1		Instalação em conduítes elétricos embutidos ou sobre a parede ou em canaletes	C		Instalação direta sobre ou dentro da parede

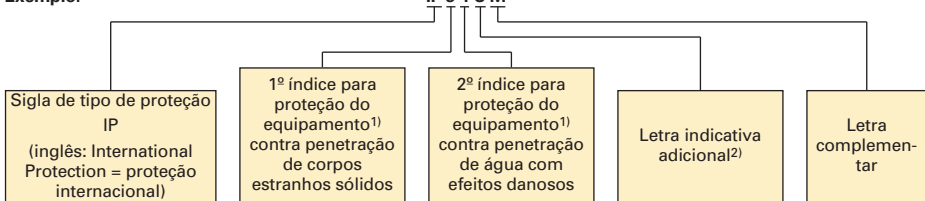
Medidas de proteção

Tipos de proteção de equipamentos elétricos

veja DIN EN 60529 (2000-09)

Exemplo:

IP 3 4 C M



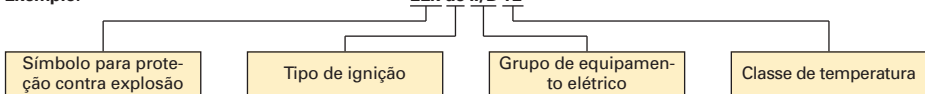
Índice	1º Índice		Índice	2º Índice		Letra indicativa adicional	
	Proteção contra contato	contra corpos estranhos		Proteção contra água	símbolo		
0	sem proteção	sem proteção	0	sem proteção	sem	A	proteção contra contato com o dorso da mão
1	proteção contra contato com o dorso da mão	proteção contra penetração de corpos estranhos $d \geq 50$ mm	1	proteção contra gotas verticais		B	proteção contra contato com dedo $d = 12$ mm, 80 mm de comprimento
2	proteção contra contato com dedo $d = 12$ mm	proteção contra penetração de corpos estranhos $d \geq 12,5$ mm	2	proteção contra gotas se o aparelho estiver inclinado 15°		C	proteção contra contato com uma ferramenta $d = 2,5$ mm, comprimento 100 mm
3	proteção contra contato com uma ferramenta $d = 2,5$ mm	proteção contra penetração de corpos estranhos $d \geq 2,5$ mm	3	proteção contra água aspergida que atinja o aparelho a 60°		D	Proteção contra contato com um arame $d = 1$ mm, 100 mm de comprimento
4	Proteção contra contato com um arame $d = 1$ mm	proteção contra penetração de corpos estranhos $d \geq 1$ mm	4	proteção contra água esguichada de todas direções		Letra adicional	
5	Proteção contra contato com um arame $d = 1$ mm	protegido contra poeira	5	proteção jatos de água de todas direções		H	equipamento para alta tensão
6	Proteção contra contato com um arame $d = 1$ mm	vedado contra poeira	6	proteção fortes jatos de água de todas direções		M	testado contra entrada de água com a máquina em movimento
1) se não for indicado um índice, entra em seu lugar a letra X, p.ex., IP X6 ou IP 3X			7	proteção contra submersão temporária em água		S	testado contra a entrada de água com a máquina parada
2) só é indicado se a proteção for maior do que o primeiro índice			8	proteção contra submersão prolongada em água		W	adequado para condições atmosféricas estabelecidas

Equipamentos elétricos para áreas com risco de explosão

veja DIN EN 13237 (2003-01)

Exemplo:

EEx de II/B T2



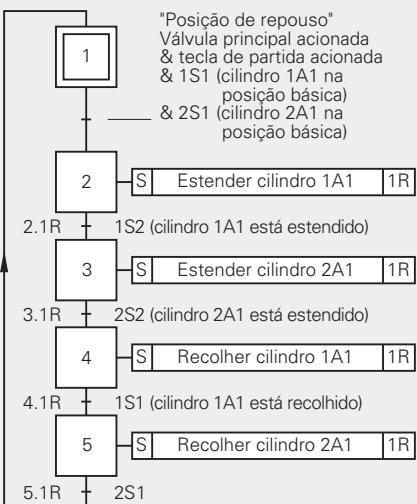
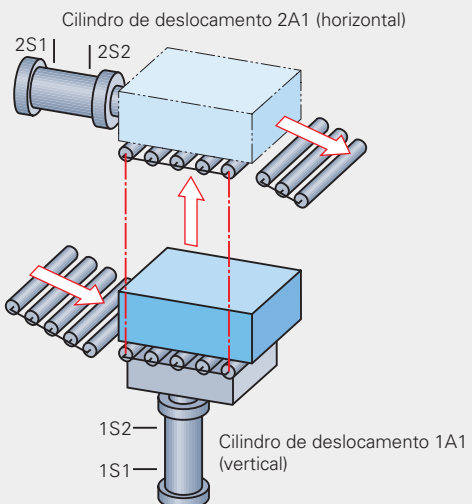
Sigla	Tipo de proteção contra ignição	Grupo II			Sigla	Temperatura superficial
		A	B	C		
o	Blindagem em óleo	Risco de explosão pela ocorrência dos seguintes gases:			T1	450 °C
p	Blindagem por pressão positiva	Metano, propano, butano, propileno, estireno, benzeno, tolueno, nafteno, terebintina, petróleo, gasolina, óleo combustível, óleo Diesel, monóxido de carbono, metanol, metaldeído, acetona, ácidos, cloretos	Etileno, acrilonitrila, ácido cianídrico, éter dimetilico, óxido de propileno, gás de forno de coque, tetrafluoretileno	Hidrogênio, acetileno, sulfeto de carbono, nitrato de etila	T2	300 °C
q	Blindagem em areia				T3	200 °C
d	Blindagem a prova de pressão				T4	135 °C
e	Segurança elevada				T5	100 °C
i	Segurança intrínseca				T6	85 °C

Fluxogramas funcionais, exemplo veja DIN EN 60848 (2002-12) DIN 40719-6 (1992-02)

Exemplo: dispositivo de elevação

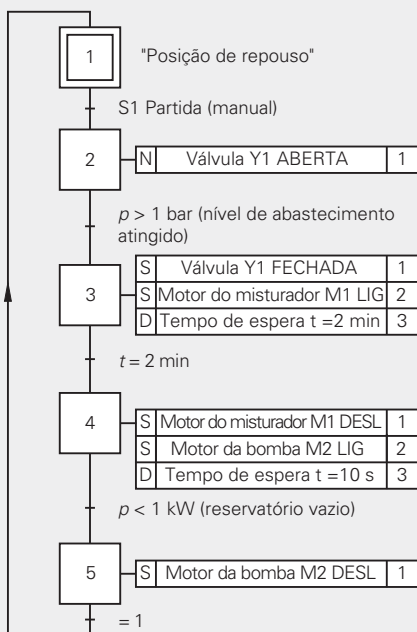
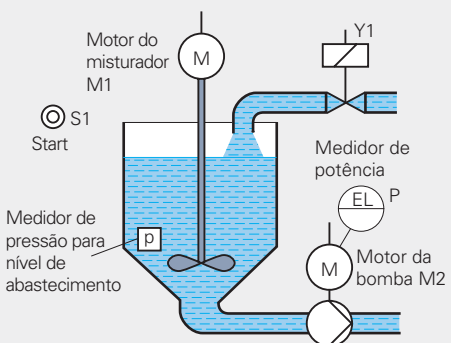
As peças devem ser levantadas por um cilindro de elevação e em seguida empurradas sobre uma esteira de roletes por um cilindro de deslocamento.

Por intermédio do acionamento da válvula principal e da tecla de partida o cilindro 1A1 é estendido, levanta a peça e na posição final aciona a chave fim de curso 1S2. Com isso, o cilindro de deslocamento 2A1 é estendido, empurra a peça sobre a esteira de roletes e aciona a chave fim de curso 2S2. O cilindro 1A1 retorna à posição de partida, aciona 1S1 provocando, com isso, o retorno do cilindro 2A1.



Exemplo: comando de misturador

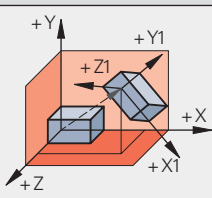
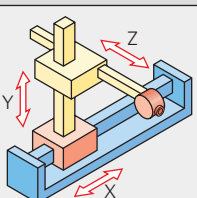
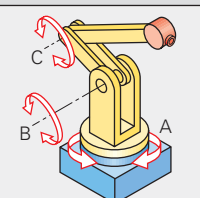
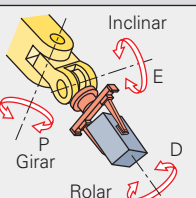
O corante deve entrar num misturador, ser misturado e depois novamente bombeado para fora. Por intermédio da abertura da válvula Y1 o corante é injetado até uma marcação de nível de abastecimento. Em seguida o motor M1 é ligado e o corante é misturado por 2 minutos. Após o desligamento do motor do misturador M1 e da ligação do motor da bomba M2 (tempo de operação no mínimo 10 s) o recipiente é esvaziado. O critério para o desligamento do motor da bomba M2 é a queda da potência de acionamento do motor abaixo de 1 kW (reservatório vazio).



Sistemas de coordenadas e eixos

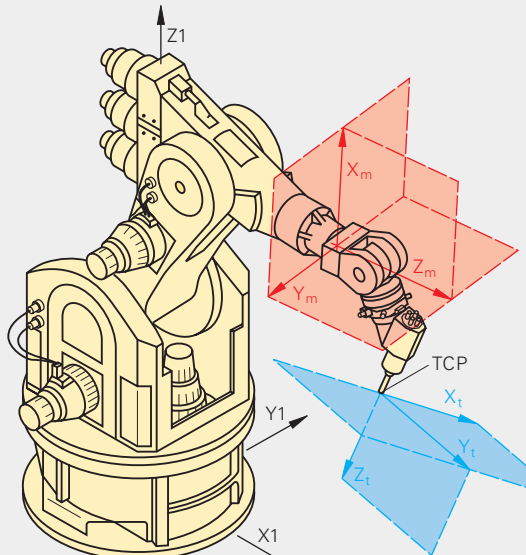
veja DIN EN ISO 9787
(2000-07)

Eixos robóticos

Sistema de coordenadas	Eixos robóticos principais para posicionamento		Eixos robóticos secundários para orientação				
							
<p>Para manusear peças ou ferramentas no espaço necessitamos de</p> <ul style="list-style-type: none">• 3 graus de liberdade para o posicionamento e• 3 graus de liberdade para a orientação	<p>Para atingir um ponto arbitrário no espaço são necessários 3 eixos robóticos principais.</p> <table><tr><th>Robô cartesiano</th><th>Robô articulado</th></tr><tr><td>3 eixos de translação (eixos T) com as designações X, Y e Z</td><td>3 eixos rotatórios (eixos R) com as designações A, B e C</td></tr></table>		Robô cartesiano	Robô articulado	3 eixos de translação (eixos T) com as designações X, Y e Z	3 eixos rotatórios (eixos R) com as designações A, B e C	<p>3 eixos robóticos secundários para orientação</p> <ul style="list-style-type: none">• D (rolar)• E (inclinar)• P (girar)
Robô cartesiano	Robô articulado						
3 eixos de translação (eixos T) com as designações X, Y e Z	3 eixos rotatórios (eixos R) com as designações A, B e C						


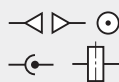
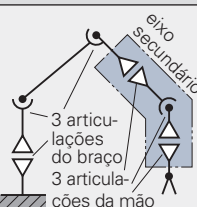


Sistemas de coordenadas

veja DIN EN ISO 9787 (2000-07)

	<p>Sistema de coordenadas básico</p> <p>O sistema de coordenadas básico tem como referência</p> <ul style="list-style-type: none"> • os planos X-Y sobre o plano da superfície de base • o eixo Z no centro do robô.
	<p>Sistema de coordenadas de flange</p> <p>O sistema de coordenadas de flange tem como referência a superfície final do último eixo principal do robô.</p>
	<p>Sistema de coordenadas da ferramenta</p> <p>A origem do sistema de coordenadas da ferramenta está situado no ponto central da ferramenta TCP (Tool Center Point).</p> <p>A velocidade do ponto central da ferramenta é designada como velocidade do robô e o percurso é designado como rota de movimento do robô.</p>

Símbolos para representação de robôs (seleção)

veja VDI 2861 (1988-06)

Designação	Ideograma	Designação	Ideograma	Exemplo Robô RRR
<p>Eixo de translação (eixo T)¹⁾</p> <p>Translação alinhada (telescópica)</p> <p>Translação não alinhada</p>		<p>Eixo de rotação (eixo R)²⁾</p> <p>Rotação alinhada</p> <p>Rotação não alinhada</p>		
<p>Garra</p>		<p>Eixos secundários (p.ex., para rolar, inclinar e girar)</p>		

¹⁾ Translação = movimento retilíneo²⁾ Rotação = Movimento giratório

Índice das normas e de outros regulamentos citados

Nº	Norma e título abreviado	Página	Nº	Norma e título abreviado	Página
DIN			DIN		
13	Rosca métrica ISO	204	820	Trabalho de normalização	8
66	Escareados	224	824	Dobradura de folhas de desenhos	66
74	Escareados	224	835	Prisioneiros	219
76	Saídas de rosca	89	908	Bujões	219
82	Recartilhados	91	910	Bujões	219
103	Rosca métrica trapezoidal ISO	207	929	Porcas sextavadas para soldar	232
125 ¹⁾	Arruelas planas	233	935	Porcas castelo	232
126 ¹⁾	Arruelas planas	234	938	Prisioneiros	219
158	Rosca cônica	205	939	Prisioneiros	219
172	Buchas prensadas com cabeça	247	962	Designação de parafusos	210
173	Buchas de troca rápida	247	962	Designação de porcas	227
179	Buchas prensadas	247	974	Escareados	225
202	Tipos de rosca, resumo	202	981	Porca de ranhura para rolamentos	268
228	Cone Morse, cone métrico	242, 243	1013 ¹⁾	Aço redondo laminado a quente	144
250	Raios	65	1014 ¹⁾	Aço quadrado laminado a quente	144
319	Manípulos esféricos	248	1017 ¹⁾	Aço chato laminado a quente	144
323	Números normalizados	65	1025	Viga duplo T	149,150
332	Furos de centro	91	1026	Aço U	146
336	Diâmetro da broca para furo de núcleo	204	1301	Unidades na metrologia	17, 20 - 22
406	Indicações de medidas	75 - 82	1302	Símbolos matemáticos	19
433 ¹⁾	Arruelas planas	234	1304	Símbolos de fórmulas	19
434	Arruelas para viga U	235	1414	Broca helicoidal	301
435	Arruelas para viga I	235	1445	Pino de guia com espiga	238
461	Sistemas de coordenadas	62, 63	1587	Porca cega sextavada, formato alto	231
466	Porcas recartilhadas, formato alto	232	1651 ¹⁾	Aços para torno automático	134
467	Porcas recartilhadas, formato baixo	232	1681	Aço fundido	161
471	Anéis de segurança para eixos	269	1700 ¹⁾	Metais pesados, designação	174
472	Anéis de segurança para furos	269	1707 ¹⁾	Solda fraca	334
475	Aberturas de chaves	223	1732	Metal de adição para solda de alumínio	326
508	Porcas para rasgo T	250	1850	Buchas para mancais deslizantes	262
509	Rebaixo de alívio	92	2080	Cone íngreme	242, 243
513	Rosca dente de serra métrica	207	2093	Mola de disco	246
580	Parafusos com olhal	219	2098	Mola de pressão	245
582	Porcas com olhal	231	2211	Polias em V	254
609	Parafusos sextavados	214	2215	Correia V normal	253
616	Séries de dimensões para rolamentos	264	2215	Correia V com flancos abertos	253
617	Rolamentos de agulhas	268	2403	Tubulações, identificação	343
623	Rolamentos, designação	264	3760	Retentores radiais para eixos	270
625	Rolamentos rígidos de esferas	265	3771	Anéis "O"	270
628	Rolamentos de contato angular	265	4760	Desvio de forma	98
650	Rasgos T	250	4844	Sinalização de segurança	338 - 341
711	Rolamentos axiais de esferas	266	4983	Suporte, designação	297
720	Rolamentos de rolos cônicos	267	4987	Pastilhas intercambiáveis de metal duro	296
780	Série de módulos para engrenagens	257	5406	Arruelas de trava	268
787	Parafusos para rasgos T	250	5412	Rolamento de rolos cilíndricos	266

¹⁾ Essas normas foram canceladas. As normas substitutas estão citadas na página mencionada.

Índice das normas e de outros regulamentos citados

Nº	Norma e título abreviado	Página	Nº	Norma e título abreviado	Página
DIN			DIN		
5418	Rolamentos, medidas de montagem	265 - 267	9812	Suportes para estampos	252
5419	Anéis de feltro	270	9816	Suporte para estampos	252
5425	Tolerâncias para montagem de rolamentos	112	9819	Suportes para estampos	252
5520	Raio de dobra, metais não ferrosos	318	9861	Punções de corte	251
6311	Sapata de pressão	248	16901	Peças de plástico moldado, tolerâncias	186
			17006	Aços, sistema de designação	122 - 125
6319	Arruelas esféricas e assentos cônicos	250			
6321	Pinos localizadores, pinos de assento	249	17182	Aço fundido	161
6323	Encaixes soltos para rasgo T	250	17211 ¹⁾	Aços nitretados	134
6332	Pino roscado com ponta para articulação	248	17212	Aços para têmpera em chama	134, 156
6335	Manípulo em cruz	249	17221 ¹⁾	Aço para molas	138
			17223 ¹⁾	Arame de aço para molas	138
6336	Manípulo estrela	249			
6599	Materiais de corte, designação	294	17350 ¹⁾	Aços para ferramentas	135
6771 ¹⁾	Campo de inscrição	66	19225	Regulador	347 - 349
6773	Indicação de dureza no desenho	97	19226	Regulação, conceitos básicos	346 - 349
6780	Furos, representação simplificada	83	19227	Letras indicativas, símbolos	346, 347
			30910	Metais sinterizados	178
6784 ¹⁾	Arestas de peças usinadas	88			
6785	Espigas em peças torneadas	88	40719	Fluxogramas funcionais ¹⁾	358 - 360
6796	Arruelas mola	235	50101 ¹⁾	Ensaio de estiramento	191
6799	Arruelas de segurança	269	50102 ¹⁾	Ensaio de estiramento	191
6885	Chavetas	240	51385	Refrigerante-lubrificantes	292
			51502	Lubrificantes, designação	271, 272
6886	Chavetas de cunha	239			
6887	Chavetas de cunha com cabeça	239	51519	Classes de viscosidade ISO	271
6888	Chavetas meia lua	240	51524	Óleos hidráulicos	368
6914	Parafusos sextavados	214	53804	Avaliação estatística	277, 278
6915	Porcas sextavadas, grande abertura	230	55350	Inspeção da qualidade	276
			66001	Fluxograma de programas, símbolos	395
6916	Arruelas para parafusos HV	235			
6935	Raio de dobra, aço	318, 319	66025	Máquinas CNC, estrutura do programa	382 - 387
7157	Recomendações para ajustes	111	66217	Máquinas CNC, coordenadas	381
7168 ¹⁾	Tolerâncias gerais	110	66261	Diagrama estrutural, símbolos	395
7500	Parafusos autofrmadores	218	69871	Cone íngreme	243
			69893	Haste cônica oca	243
7708	Massas de moldar PF, UF, MF, MP	184			
7719	Correias V largas	253	70852	Porcas KM (com ranhuras)	231
7721	Correias dentadas, correias sincronizadas	253, 255	70952	Arruela MB (aranha)	231
7722	Correias duplo V	253			
7726	Materiais espumosos	185			
			DIN EN		
7753	Correias V estreitas	253, 254			
7867	Correias micro V	253	439	Gases de proteção	325
7984	Parafusos cilíndricos, sextavado interno	215	440	Eletrodos de arame	325
7989	Arruelas para estruturas de aço	234	485	Ligas de alumínio trabalhadas	166, 167
7991	Parafusos chanfrados	216	499	Eletrodos revestidos	327
7999	Parafusos de guia sextavados	214	515	Condições dos materiais de ligas de Al	165
8513 ¹⁾	Solda forte	333	573	Designação de ligas de alumínio	165
8554 ¹⁾	Varetas para solda a gás	324	754	Ligas de alumínio trabalhadas	166, 167
9713 ¹⁾	Perfis U de alumínio	171	754	Barras redondas e quadradas de alumínio	169, 170
9715	Ligas trabalhadas de magnésio	172	755	Ligas de alumínio trabalhadas	166, 167

¹⁾ Essas normas foram canceladas. As normas substitutas estão citadas na página mencionada.

Índice das normas e de outros regulamentos citados

Nº	Norma e título abreviado	Página	Nº	Norma e título abreviado	Página
DIN EN			DIN EN		
775	Segurança no trabalho com robôs	380	10270	Arame de aço para mola de tração	244
1044	Solta forte	333	10277	Condições de fornecimento, aço polido	145
1045	Fluxos para solda forte	334	10278	Produtos de aço polido	145
1089	Garrafas de gás sob pressão	324	10297	Tubos, construção de máquinas	142
1089	Identificação das garrafas de gás	331, 332	10305	Tubos de aço de precisão	142
1173	Ligas de cobre, condições dos materiais	174	12163	Ligas de cobre-zinco	175
			12164	Ligas de cobre-zinco-chumbo	175
1412	Ligas de cobre, números de material	174			
1560	Designação de ferros fundidos	158	12413	Retífica, velocidades máximas	308
1561	Ferros fundidos com lamelas de grafite	160	12536	Varetas para solda a gás	324
1562	Ferro fundido temperado	161	12844	Ligas fundidas de zinco fino	176
1563	Ferro fundido com esferas de grafite	160	12890	Modelos	162, 163
			13237	Equipamentos em áreas sob risco de EX	357
1661	Porcas sextavadas com flange	230			
1706	Ligas de alumínio fundidas	168	17860	Titânio, ligas de titânio	172
1753	Ligas de magnésio fundidas	172	20273	Furos passantes para parafusos	211
1780	Designação das ligas de magnésio	168	20898	Classes de resistência para porcas	228
1982	Ligas de cobre, designação	174, 176	22339	Pinos de guia cônicos	237
			22340	Pivôs	238
6506	Teste de dureza Brinell	192			
10002	Ensaio de tração	190	22341	Pivôs com cabeça	238
10003 ¹⁾	Teste de dureza Brinell	192	22553	Símbolos de solda	93 - 95
10020	Aços, classificação	120	24015	Parafusos sextavados	213
10025	Aços estruturais não ligados	130	24033 ¹⁾	Porcas sextavadas	229
			24766	Parafusos sem cabeça com fenda	220
10027	Aços, sistema de designação	121 - 125			
10045	Ensaio de flexão por impacto com ranhura	191	27434	Parafusos sem cabeça com fenda	220
10051	Chapas laminadas a quente	141	27435	Parafusos sem cabeça com fenda	220
10055	Viga de aço T com abas iguais	146	28738	Arruelas para pivôs	235
10056	Cantoneira de aço	147, 148	29453	Solda fraca	334
			29454	Fluxos para solda fraca	334
10058	Aço chato laminado a quente	144			
10059	Aço quadrado laminado a quente	144	29692	Soldagem, preparação do cordão	323
10060	Aço redondo laminado a quente	144	50125	Corpos de prova para tração	190
10083	Aços revenidos	133, 156	50141	Ensaio de cisalhamento	191
10084	Aços de cementação	132, 155	60445	Componentes elétricos	353
			60446	Condutores e ligações	353
10085	Aços nitretados	134, 157			
10087	Aços para torno automático	134, 157	60529	Tipos de proteção	357
10088	Aços inoxidáveis	136, 137	60617	Circuitos, símbolos gráficos	350 - 352
10089	Aço para molas	138	60848	Fluxogramas funcionais	358 - 360
10113	Aços estruturais de grão fino	131	60893	Materiais prensados estratificados	184
			60947	Sensores de aproximação, designação	355
10130	Chapas laminadas a frio	140			
10137	Aços estruturais revenidos	131	61082	Esquemas de circuitos elétricos	353, 354
10142	Chapas zincadas	141	61131	SPS	373 - 375
10210	Perfis ocos laminados a frio	151			
10213	Ferro fundido para recipientes de pressão	161			
10219	Perfis ocos laminados a frio	151			
10226	Rosca Whitworth para tubos	206			
10268	Chapas laminadas a frio	140			
10270	Arames de aço para molas	138			

¹⁾ Essas normas foram canceladas. As normas substitutas estão citadas na página mencionada.

Índice das normas e de outros regulamentos citados

Nº	Norma e título abreviado	Página	Nº	Norma e título abreviado	Página
DIN EN ISO			DIN EN ISO		
216	Formatos de papéis para escrita	66	7200	Campos de texto	66
527	Características de tração dos plásticos	195	8673	Porcas sextavadas, rosca fina	229
868	Teste de dureza Shore	195	8674	Porcas sextavadas, rosca fina	229
898	Classes de resistência para parafusos	211	8675	Porcas sextavadas, formato baixo	230
1043	Polímeros básicos	180	8676	Parafusos sextavados	213
1207	Parafusos cilíndricos com fenda	216	8734	Pino de guia cilíndrico, temperado	237
1234	Cupilhas	232	8740	Pino entalhado cilíndrico	238
1302	Indicação das qualidades superficiais	99, 100	8741	Pino entalhado prisioneiro	238
1872	Massas de modelar PE	183	8742	Pino com entalhe no centro	238
1873	Massas de modelar PP	183	8743	Pino com entalhe no centro	238
2009	Parafusos chanfrados com fenda	217	8744	Pino entalhado cônico	238
2010	Parafusos cabeça abaulada	217	8745	Pino de guia entalhado	238
2039	Teste de dureza em plásticos	195	8746	Rebite entalhado cabeça abaulada	238
2338	Pinos de guia cilíndricos	237	8747	Rebite entalhado cabeça chata	238
3098	Fontes	64	8752	Pino de guia elástico versão pesada	237
3166	Código de três letras para países	203	8765	Parafusos sextavados	213
3506	Classes de resistência de parafusos	211	9000	Gerenciamento da qualidade	274, 275
3506	Classes de resistência de porcas	228	9001	Gerenciamento da qualidade	274
4014	Parafusos sextavados	212	9004	Gerenciamento da qualidade	274
4017	Parafusos sextavados	212	9787	Robôs industriais	378, 379
4026	Parafusos sem cabeça, sextavado interno	220	10512	Porcas sextavadas com elemento de trava	230
4027	Parafusos sem cabeça, sextavado interno	220	10642	Parafusos chanfrados, sextavado interno	216
4028	Parafusos sem cabeça, sextavado interno	220	13337	Pino de guia elástico, versão leve	237
4032	Porca sextavada, rosca normal	228	13920	Soldagem, tolerâncias gerais	322
4033	Porca sextavada, rosca normal	229	14539	Garra	380
4035	Porca sextavada, formato baixo	229	14577	Dureza Martens	194
4063	Processos de soldagem, identificação	322	15785	Ligações coladas, representação	96
4287	Qualidade das superfícies	98	15977	Rebite cego (cabeça chata)	241
4288	Qualidade das superfícies	98, 99	15978	Rebite cego (cabeça chanfrada)	241
4759	Classes de produto para parafusos	211	18265	Tabela de conversão de durezas	194
4762	Parafusos sem cabeça, sextavado interno	215	20482	Ensaio de estiramento	191
4957	Aços para ferramentas	135, 155	21269	Parafuso cilíndrico, sextavado interno	216
5457	Formulários para desenho	66			
6507	Teste de dureza Vickers	193			
6508	Teste de dureza Rockwell	193			
6947	Posições de soldagem	322			
7040	Porca sextavada com elemento de trava	230			
7046	Parafusos chanfrados, fenda em cruz	217			
7047	Parafuso cabeça abaulada, fenda cruzada	217			
7049	Parafuso cabeça de lentilha para chapa	218			
7050	Parafuso chanfrado para chapa	217			
7051	Parafuso cabeça abaulada para chapas	217			
7090	Arruelas planas	233			
7091	Arruelas planas	234			
7092	Arruelas planas	234			

¹⁾ Essas normas foram canceladas. As normas substitutas estão citadas na página mencionada.

Índice das normas e de outros regulamentos citados

Nº	Norma e título abreviado	Página	Nº	Norma e título abreviado	Página
DIN ISO			BGV		
14	Junções com eixo de ranhuras	241	A8	Sinalização de segurança	338 - 341
128	Linhas	67 - 75	B3	Lei de proteção contra ruídos	344
228	Rosca para tubos	206	D12	Rebolos, utilização	308
273	Furos passantes para parafusos	225	DGQ		
286	Ajustes ISO	102 - 109			
513	Materiais de corte, identificação	294, 295	11-19	Introdução à Teoria da Qualidade	281
525	Abrasivos	309	16-31	Distribuição Normal em amostras	278
848	Designação da granulometria	311	16-33	Capacidade de qualidade de processos	281
965	Rosca de várias entradas, designação	202	Diretrizes EWG		
965	Classes de tolerâncias para rosas	208			
1101	Tolerância de forma e posição	112 - 114	67/548	Alíneas R, Alíneas S	199, 200
1219	Símbolos de circuitos, hidráulica	363 - 365	67/548	Símbolos de perigos	342
2162	Representação de molas	87	IEC		
2203	Representação de engrenagens	84			
2768	Tolerâncias gerais	80, 110			
2859	Teste de aceitação por amostragem	280	60479	Efeitos da corrente alternada	356
3040	Designações no cone	304	TRGS		
4379	Buchas para mancais deslizantes	262			
4381	Materiais para mancais deslizantes	261			
4382	Materiais para mancais deslizantes	261	900	Materiais perigosos	198
5455	Escalas	65	VDI		
5456	Métodos de projeção	69, 70			
6410	Roscas, representação	79, 90			
6411	Furos de centro, representação	91			
6413	Representação de eixos de ranhuras	87	2229	Ligações coladas, preparação	336
6691	Materiais para mancais deslizantes	261	2740	Garra	380
6753	Placas usinadas para estamparia	251	2854	Segurança no trabalho com robôs	380
8062	Tolerâncias dimensionais para fundidos	163	2880	Instruções SPS	375
8826	Rolamentos, representação simplificada	85	3258	Tempo de operação da máquina	285
9222	Retentores, representação simplificada	86	3368	Dimensões do punção de corte	316
			3411	Aglomerantes de abrasivos	309, 311
10242	Espigas de fixação	251	VDMA		
13715	Arestas de peças usinadas	88			
DIN VDE			24569	Fluidos hidráulicos degradáveis	368
0100-410	Medidas de proteção	356			
0100-430	Fusíveis de proteção de condutores	356			
Lei alemã sobre ciclo de material e detritos					
	Decreto sobre detritos sujeitos a monitoramento especial	197			

¹⁾ Essas normas foram canceladas. As normas substitutas estão citadas na página mencionada.

Índice remissivo

A

Aberturas de chave	
dimensionamento	..77
séries de dimensões	..223
Abrasivos	..309
Abriar roscas, dados de corte	..302
ABS (plástico)	..181, 182
Aceleração	..34
em queda livre	..36
Acionamento	
por correia, transmissão	..259
por engrenagens, transmissão	..259
Aços	
austeníticos	..136
classificação	..120
com seção U	..146
de seção L, abas desiguais	..147
de seção L, abas iguais	..148
elementos da liga	..129
estruturais	
de grão fino, adequado solda	..131
não ligados	..130
revenidos	..131
seleção	..128, 129
ferríticos	..137
fundido	..159, 161
inoxidáveis	..136, 137
martensíticos	..137
nitretados	..134
nitretados, tratamento térmico	..157
para cementação	..132
para cementação, tratamento térmico	..155
para ferramentas	..135
para têmpera por chama e indução	..134
para têmpera por chama e indução, tratamento	
térmico	..156
para torno automático	..134
para torno automático, tratamento térmico	..157
para trabalho a frio	..135
para trabalho a frio, tratamento térmico	..155
para trabalho a quente	..135
para trabalho a quente, tratamento térmico	..155
plano, laminado a quente	..144
plano, polido	..145
rápidos	..135
rápidos, tratamento térmico	..155
redondo, laminado a quente	..144
redondo, liso	..145
redondo, polido	..145
resumo	..126, 127
sistema de designação	..122 – 125
sistema de numeração	..121
temperados e revenidos, tratamento térmico	..156
Adesivo de micro-cápsulas	..297
Ajustes	
com folga	..102
com sobremedida	..102
intermediários	..102
ISO	..104 – 109
para mancais de rolamento	..112
Alargar	
tempo principal	..289
valores de corte	..302
Alavanca	..37
Alfabeto grego	..64
Algarismos romanos	..64
Alíneas R	..199
Alíneas S	..200
Alteração de volume	..51
Alteração do estado dos gases	..42
Alumínio de alto grau de pureza	..164, 166
Alumínio, ligas de alumínio, resumo	..164
Alumínio, metais de adição na soldagem	..326
Aminoplásticos, tipos de polímero	..184

Amostras (estatística)	..278
Amplitude (em amostras)	..278
Anéis	
com aresta de bloqueio	..222
de feltro	..270
de pressão	..222
de segurança	..269
"O"	..270
Ângulo	
dimensionamento	..77
tipos	..14
Aplainar, tempo principal	..289
Aproveitamento da fita no corte por cisalhamento	..317
Arame	
de aço para molas	
laminado a quente	..138
trefilado a frio, patenteado	..138
de trava para parafusos	..222
Área de corte	..73
Área do paralelogramo	..26
Arestas da peça usinada	..88
Arruelas	..233 – 235
com aresta de bloqueio	..222
de pressão	..222
de segurança	..269
de trava para porcas de fixação de rolamento	..268
dentadas	..222
esféricas	..250
MB, porcas KM	..231
mola	..235
para estruturas de aço	..234, 235
para parafusos cilíndricos	..234
para pivôs	..235
para porcas sextavadas	..233, 234
para vigas U e I	..235
planas	..222
Assento cônico	..250
Atrito	
deslizamento	..41
estático	..41
rolamento	..41
Austenita	..153
Automação	..345 – 398
Avaliação estatística	..277

B

Barra de aço	
laminada a quente	..144
lisa	..145
quadrada, laminada a quente	..144
sextavado, liso	..145
Borracha	..185
BR (borracha)	..185
Brasagem	..333, 334
Brunimento de platô	..312
Brunir	
seleção das pedras	..312
valores de corte	..312
Buchas	
de guia para brocas	
com colar	..247
de troca rápida (guia brocas)	..247
para mancal de deslizamento	..263
Bujões	..219

C

CA (plástico)	..181
CAB (plástico)	..181
Cabeçote divisor	..307
Cálculo	
comparativo de custos	..12, 13
de custeamento variável	..286
de custos	..284
de expressão com parêntesis	..15

Índice remissivo

de juros	17	Colar	336
de juros compostos	17	Comandos	
pela regra de três	18	CNC	381 – 392
percentual	18	eletrohidráulicos	367
Calor		eletropneumáticos	366
de combustão	52	Combinações binárias	350
de vaporização	52	Compensações da ferramenta (usinagem CNC)	385
específico de fusão	116, 117	Compensações / correções da ferramenta na usinagem CNC	385
específico	52	Componentes eletrotécnicos	353
latente de fusão	52	Comprimento	
Campo de texto em desenhos	66	cálculo	24, 25
Canais de alívio	92	esticado para peças dobradas	318, 319
para roscas	89	esticado	25
Capacidade		unidades	20
da máquina	281	Comunicação técnica	57 – 114
de calor, específica	116, 117	Condução térmica	52
de qualidade do processo	281	Condutância	53
do processo	281	Condutividade térmica	
Caracteres	64	definição	52
de comando em computadores	394	valores	116, 117
especiais		Condutor eletrotécnico	353
computador	394	Cones	
máquinas CNC	382	área superficial lateral e volume	30
Características perigosas	342	designação	304
Casos de cargas	43	ingreme	242
Cementita	153	métrico	242, 243
Centro de gravidade, linhas	32	Morse	242, 243
Centro de gravidade, superfícies geométricas	32	para ferramentas	242
CEP (controle estatístico de processo – SPC)	279	Conformação por dobra	318, 319
Chanfros, dimensionamento	78	cálculo do recorte	318, 319
Chapa		raio de dobra	318
de aço	139 – 141	recoo elástico	319
de trava para parafusos	222	Conformar roscas, dados de corte	302
laminada a frio	140	Conicidade, dimensionamento	78
laminada a quente	141	Conjunto de caracteres ASCII	394
zincada a quente	141	Constante elástica de mola	244, 245
Chapas e fitas, resumo	139	Construções geométricas básicas	58 – 61
Chavetas		Consumo de ar de cilindros pneumáticos	369
de cunha com cabeça	239	Contabilidade de custos	286
meia lua	240	Contração	51
paralela, chaveta meia lua	239	Contra-porca	82
Ciclo regulador da qualidade	276	Contribuição marginal	286
Ciclóide, construção	61	Controle de qualidade	276
Ciclos		CEP Controle estatístico do processo	279
de furação	389, 392	Coordenadas dimensionamento	381
de torneamento	390 – 392	Coordenadas polares no desenho	82
PAL		Cores de segurança	338
para fresadoras	388	Coroa e parafuso sem fim	258
para furadeiras	389, 392	transmissão	259
para tornos	390, 392	Coroa, área	28
Cilindro		Corpo de prova de tração	190
área lateral	29	Correias	
área superficial e volume	29	dentadas	
pneumático, consumo de ar	369	dimensões	255
dimensões	369	representação	84
forças do pistão	369	sincronizadoras	255
potência	371	V	253, 254
superfície	29	Corrente	
volume	29	alternada	55
Circuitos eletrotécnicos	351 – 354	contínua	55
Círculo		trifásica	55
área	27	Corrosão	196
determinação do centro	10, 27	Corte	
perímetro	27	a laser	
Cisalhamento (solicitação)	45	tolerâncias dimensionais	330
Classe de tolerância	102	valores de referência	330
Classes de resistência de parafusos	211	a plasma, valores de referência	329
CO (borracha)	185	oxi-acetileno	
Coefficientes		tolerâncias dimensionais	330
de atrito	41	valores de referência	329
de condutibilidade térmica	117	por cisalhamento	316, 317
de dilatação linear	116, 117	aproveitamento da fita	317
de expansão volumétrica	116, 117	condições da prensa	315
de tamanho	48	dimensões da matriz	316
de transmissão de calor	52		

Índice remissivo

dimensões do punção	316
largura da borda	316
largura do intervalo	316
posição da espiga de fixação	317
por feixes	328, 329
área de aplicação	329
Co-seno	11, 13, 14
Co-tangente	12, 13, 36
CR (borracha)	185
CSM (elastômero)	185
Cubo	
superfície	29
volume	29
Cunha como plano inclinado	39
Cunhas	239
Cupilhas	232
Custos	
de fabricação	284
de manufatura	284
de produção	284
diretos	284
fixos	286
indiretos	284
variáveis	286

D

Dados de corte	
abrir roscas	302
alargar	302
brunir	312
fresar	305
furar	301
retificar	308, 311
tornear	303
Dodecágono, construção	59
Deflexão	47
Deformação linear	51
Densidade de corrente	54
Densidade, valores	116, 117
Dentes entalhados, representação	87
Descarte de materiais	197
Designação de perigos	342
Desvios	
básicos	
para eixos	104
para furos	105
de forma	98
máximo	102
padrão	102, 278
Determinação do recorte para peças	
dobradas	318, 319
Detritos especiais	197
Diagrama ferro-carbono	153
Diagramas	62, 63
de áreas	63
de frequências	277
de Pareto	281
de rotações	260
estrutural	395
funcionais	361, 362
Diâmetro do recorte no repuxo profundo	320
Diâmetro, dimensionamento	78
Dimensionamento	
ascendente	82
combinado	374
de formas	81
de posição no desenho	81
paralelo	82
Dimensões	
auxiliares	81
da matriz de corte	316
de teste	81
do punção de corte	316
limite	102
máximas	102

mínimas	102
padrão	81
Diretriz EG para materiais perigosos	199
Distribuição normal	278
Dividir	307
Divisão	
de comprimentos	24
diferencial	307
direta	307
indireta	307
Divisões, dimensionamento	79
Dureza Martens	194

E

Efeito de entalhe	48
Eixos	
base	103
de ranhuras, representação	87
do robô	378
Elastômeros	179, 185
Elementos Flip-flop	350, 352
Elettricidade, grandezas e unidades	22
Eletrodos	
de arame	325
revestidos, designação	327
Eletrotécnica, circuitos	351 – 367
Eletrotécnica, fundamentos	53 – 55
Elipse, construção	60
Encaixes para rasgo T	250
Energia	
cinética	38
do movimento	38
potencial	38
Engrenagens	
cilíndrica, cálculo	256, 257
cônica, cálculo	258
dimensões	256 – 258
representação	84
torque	37
Ensaio	
de cisalhamento	191
de flexão por impacto com entalhe	191
de tração	190
EPDM (borracha)	185
Equação geral dos gases	42
Equações, transformação	14
Erosão, tempo principal	313
Escalas	65
Escareados	
cálculo da profundidade	225
para parafusos	224, 225
Esfera	
área superficial e volume	30
dimensionamento	78
Espigas	
de fixação	251
de posição	317
em peças torneadas	88
Espiral, construção	60
Esquema de circuitos	354
hidráulicos	365, 367
pneumáticos	365, 366
Estrutura de aços não ligados	153
Estrutura do programa de máquinas CNC	382 – 392
Etapas de repuxo no repuxo profundo	321
Etiqueta auto-adesiva para produtos perigosos	331
Eutético	153
Eutetóide	153
Evolução do processo	280
Evolvente, construção	61
Excel, comandos	398

F

Fator de potência	56
-------------------	----

Índice remissivo

Fatores de segurança	44	problemas	306
Ferrita	153	tempo principal	289
Ferro fundido		Furos	
bainítico	159	base	103
com esfera de grafite	159, 160	de centro	
com lamelas de grafite	159, 160	dimensões	91
maleável	159, 161	formatos	91
sistema de designação	158	representação	91
tolerâncias dimensionais	163	de núcleo para roscas, diâmetro	204
Fibras		passantes para parafusos	211
de aramida	187	Fusíveis	356
de carbono	371		
de vidro	187	G	
Fichas		Garrafas de gás	324
de amplitude do valor central	279	codificação por cores	331
de apuração de erros	281	cores de identificação	332
de valor original	279	identificação	331
de controle da qualidade	279	Garras	380
Física técnica	33 – 56	Gases de proteção	325
Fita de aço laminada a frio	139, 140	Gases e materiais perigosos	198
FKM (borracha)	185	Gestão da qualidade	274 – 281
Flambagem, solicitação	332	Gerenciamento da qualidade, normas	274
Flip-flop RS	350, 352	Gerenciamento da qualidade, termos	275
Fluidos hidráulicos	368	Grandezas básicas	20
Fluxogramas		Grau de eficiência	40, 102
de programa	396	Grau de tolerância de fundição	163
funcionais	358 – 360	Graus de tolerância padrão	102 – 103
Fluxos		Graxas	272
de calor	52	Grupos moleculares	119
para solda forte	334	Guincho	39
para solda fraca	334		
Folga		H	
de cisalhamento	316	Hachuras, dependentes do material	75
de repuxo	320	Hachuras, representação	73
máxima	102	Haste cônica oca (HSK)	243
mínima	102	Hexágono, construção	59
Forças		Hidráulica	363 – 372
centrífuga	37	Hipérbole, construção	61
composição e decomposição	36	Histograma	277
de aceleração	36	HSC (High speed cutting)	293
de apoio	37	HSK (haste cônica oca)	243
de corte	46		
específica, valores de referência	298	I	
fresamento frontal	300	IIR (borracha)	185
furar	299	Inclinação, dimensionamento	78
no cisalhamento	315	Indicação de dureza no desenho	97
tornear	299	Indicação de tolerâncias em desenhos	80
de empuxo	42	Inspeção da qualidade	276
de mola	36	Intensidade de corrente	53, 54
de repuxo	321	IR (borracha)	185
de retardo	36		
do dente	37	J	
do sujeitador no repuxo profundo	321	Junções com eixo de ranhura	241
peso	36	Juntas	
representação	36	coladas, tipos, preparação, representação,	
Formatos de letras	64	teste	336, 337
Fórmula binomial	15	ensambladas, representação	96
Folhas para desenho	66	prensadas, representação	96
Frases R	199		
Frases S	200	L	
Frequência relativa	277	Largura da borda no corte por cisalhamento	316
Fresar		Largura do intervalo no corte por	
ciclos PAL	388, 389	cisalhamento	316
com metal duro	293	Ledeburita	153
dados de corte	305	Legislação sobre detritos	197
frontal, força e potência de corte	300	Lei	
tempo principal	290	alemã sobre ciclo de materiais e detritos	197
Fresas, problemas	306	de Hooke	36
Função linear	16	de Ohm	53
Função quadrada	16	de proteção contra ruídos (Alemanha)	344
Funções adicionais em máquinas CNC	383, 384	dos co-senos	284
Funções preparatórias para máquinas CNC	383	dos senos	14
Funções trigonométricas	13, 14	Letras de endereço, comandos CNC	382
Fundição dura	159		
Furar			
dados de corte	301		
força de corte e potência de corte	299		

Índice remissivo

[illegible]

Índice remissivo

fenda	217	de forças, cálculo	60
sextavado interno	216	irregular	27
cilíndrico com fenda	216	regular	27
cilíndrico com sextavado interno	215, 216	Polímeros	
com olhal	219	abreviaturas	180
de cabeça abaulada para chapas	218	básicos	180
de cabeça chanfrada para chapas	217	MP	184
de guia sextavados com espiga roscada longa	214	PE	183
de guia sextavados com grande abertura		PF	184
de chave	214	plásticos termorrígidos	184
denominação	210	PP	183
formatos de cabeça	223	termoplásticos	183
para chapas	217	UF	184
para chapas, diâmetro do furo de núcleo	218	Polyblends (misturas de polímeros compatíveis)	187
para rasgos T	250	POM (plástico)	181, 182
resumo	209, 210	Pontos de referência em máquinas CNC	381
sem cabeça		Porcas	226 – 232
com espiga	24	castelo	232
com fenda	22	cega sextavada	231
com sextavado interno	220	classes de resistência	228
sextavados	212 – 214	com olhal	231
com grande abertura de chave	214	com ranhuras KM	231
de haste fina	213	com ranhuras para rolamentos	268
torque de aperto	221	designação	227
Paralelogramo, área	26	para rasgo T	250
Pastilhas de metal duro (intercambiáveis)	296	para soldar, porcas sextavadas	232
PC (plástico)	180, 181	recartilhadas	232
PE (plásticos)	180 – 182	resumo	226, 227
Pecas fundidas de alumínio, designação	168	sextavadas	228 – 231
PEEK (plástico)	187	Portas-ferramenta	243
Penetração de têmpera	97	Posições de soldagem	322
Perfis		Potências	
comparação da capacidade de carga	50	da corrente trifásica	56
de aço laminados a quente	143	de atrito	41
de alumínio	169 – 171	de bombas	371
de alumínio, resumo	169	de corte, fresamento frontal	300
de ondulação (perfil W)	98	de corte, furar	299
de rugosidade (perfil R)	98	de corte, tornear	299
ocos	146	de dez	17
primário (perfil P)	98	efetiva	56
Perlita	153	elétrica	56
PF (plástico)	181	mecânica	40
PI (plástico)	187	Potenciação	15
Pinos	236 – 238	Pourpoint	368
de assento	249	PP (plástico)	181, 182
de guia cilíndricos	237	PPS (plástico)	187
de guia cônicos	237	Preço de venda	284
de guia elásticos	237	Prefixos de unidades	17, 22
de localização	249	Prensa hidráulica	370
entalhados	238	Preparação do cordão	323
Pirâmide, área lateral	29	Pressão	
Pirâmide, volume	29	acima da atmosférica	42
Pivôs	238	atmosférica	42
Placas usinadas para ferramentas de estamparia	251	hidrostática	42
Planejamento da qualidade	276	solicitações	45
Planejamento do cordão para solda a arco	328	superficial	45
Planilhas	398	Princípio da alavanca	37
Plano de contatos KOP	222	Prisioneiros	219
Plano inclinado	39	Prisma quadrado	
Plásticos	179 – 187	superfície	29
características diferenciais	181	volume	29
comportamento térmico	179	Probabilidade	276
identificação	181	Processamento	
para altas temperaturas	187	de informações, símbolos	395, 396
solicitação à tração	195	de plásticos, dados de ajuste	186
termorrígidos	179	de plásticos, tolerâncias	186
teste de dureza	195	de texto	397
teste de materiais	195	Processos de soldagem	322
usinagem de corte	301 – 305	Produtos químicos usados na metalurgia	119
PMMA (plástico)	181, 182	Profundidade mínima de parafusamento	211
Pneumática	363 – 371	Projeção dimétrica e isométrica	69
Polias sincronizadoras	255	Proteção anti-corrosão	11, 13
Polias V	254	PS (plástico)	181, 182
Polígono		PSU (plástico)	187
construção	59	PTFE 181, 187 Punção de cisalhamento	251

Índice remissivo

PUR (borracha)	185
PUR (plástico)	181
PVC, PVC-U (plástico)	181, 182

Q

Q (borracha)	185
Quadrado, área	26
Quadrado, dimensionamento	77
Quantidade de calor	51
Queda de tensão	54

R

Raios	65
dimensionamento	78
Raiz	
cúbica	15
quadrada	10, 15
Rasgos T	250
Rasgos, dimensionamento	79
Rebaixar, tempo principal	289
Rebite cego	241
Rebites entalhados	238
Rebolos, seleção	310
Recartilhado	91
Recomendações de ajustes	111
Recomendações de segurança	200
Recozer	153, 154
Reco elástico ao dobrar	319
Refrigerantes lubrificantes	292
Regras	
da multiplicação por dez	276
de dimensionamento	77
de ouro da mecânica	38, 39
de três	18
dos co-senos	14
Regulação, conceitos básicos	346, 347
Reguladores	348, 349
analógico	348
conceitos básicos	346
contínuo	348
controlado por software	349
D, I, P, PD, PI, PID	348
de comutação	349
de dois ou três pontos	349
descontínuo	349
digital	349
Regulamentação de prevenção de acidentes	
"ruído"	344
Regulamentação do sindicato trabalhista	338 – 341
Relação de repuxo no repuxo profundo	321
Representação em corte	73, 74
Representação simplificada no desenho	83
Representações axonométricas	69
Repuxo profundo	
diâmetro do recorte	320
estágios de repuxo	321
folga de repuxo	320
força de repuxo	321
força do sujeitador	321
raios na ferramenta	320
relação de repuxo	321
Resistência	
alterações	53
ao cisalhamento	46
elétrica de condutores	53
específica	53
valores	116, 117
ligação em série	54
ligação paralela	54
ôhmica	53
Retângulo, área	26
Retentores radiais	270
Retífica de alta performance	311
Retificar, dados de corte	308, 311

Retificar, máxima velocidade periférica admissível	308
Retificar, tempo principal	291
Revenimento por recristalização	153
Revenir	153, 154
Robôs	
industriais	378, 379
SCARA	379
Rodas para corrente, representação	84
Rolamentos	
axial de esferas	266
de agulhas	268
de contato angular	265
de esferas	265, 266
de roletes	266 – 268
de rolos cilíndricos	266
de rolos cônicos	267
fixos de esferas	265
Roldanas fixas, livres	39
Roscas	202 – 208
Acme	203
com várias entradas	202
cônica	205
de parafusos para chapas	202
dente de serra	207
dimensionamento	79
esquerda	202
fina	204
métrica ISO	204
normal	204
normas estrangeiras	203
NPSM	203
NPT	203
NPTF	203
representação	90
Stubé-Acme	203
trapezoidal	207
UNC	203
UNEF	203
UNF	203
UNS	203
várias entradas	202
Whithworth para tubos	206
Rotação, energia	38
Rugosidade superficial de peças torneadas	303
Rugosidade superficial, nível atingível	101
Ruído	344
danos à saúde	344

S

S/B (plástico)	181, 182
Saída da rosca	89
SAN (plástico)	181, 182
Sapatas de pressão	248
SBR (borracha)	185
Seção T, Abas iguais	146
Segmento	
circular, área	28
esférico, área superficial e volume	30
Segurança contra perda	222
Seleção de ajustes	111
Seno	11, 13
Sensores de aproximação	355
Série de módulos para engrenagens cilíndricas	257
Séries eletroquímicas	196
Setor circular, área	28
Setores regulados	349
Shewhart, fichas de controle da qualidade	279
Símbolos	
adicionais, sinalização de segurança	340
da hidráulica	363, 364
da pneumática	363, 364
de circuitos eletrotécnicos	351, 352
de perigos	342
matemáticos	19 – 22
para processamento de informações	395, 396

Índice remissivo

Sinalização			dos materiais	115 – 200
combinada	82		térmica	51, 52
de alerta	339		Têmpera	
de proibição	338		por cementação	154
de proteção contra incêndio	340		por difusão	153
de regulamento	340		Temperar	153, 154
de resgate	340		Temperar e revenir	154
de segurança	338 – 341		Temperatura	
SIR (borracha)	185		de congelamento	117
Sistemas			de evaporação	116, 117
binário	393		de fusão	116, 117
de ajustes	103		de ignição, valores	117
de coordenadas cartesianas	62		termodinâmica	51
de coordenadas em máquinas CNC	196		Tempo de ocupação conforme REFA	283
de coordenadas polares	63		Tempo do pedido (ordem de serviço) conforme REFA	282
de dimensionamento	75		Tempo principal	
de fixação de ferramentas por contração	243		abrir roscas	287
decimal	393		alargar	289
hexadecimal	393		aplainar	289
ISO, ajustes	102		erodir	313
numéricos	393		fresar	290
periódico	118		furar	289
Sobremedida mínima	102		rebaixar	289
Solda			retificar	291
a arco	327, 328		tornear com $v = \text{constante}$	288
planejamento do cordão	328		tornear	287
forte	333		Tensão	
fraca	334		admissível	41, 48
MAG, valores de referência	326		de cisalhamento	46
MIG, valores de referência	326		de compressão	45
WIG, valores de referência	326		de flexão	47
Soldagem	322 – 330		de tração	45
com gás protetor	325		elétrica	53, 54
e brasagem			Teorema	
dimensionamento	95, 96		da altura	23
representação	93 – 95		de Euclides	23
símbolos gráficos	93 – 95		de Pitágoras	23
tolerâncias gerais	322		dos catetos	23
Solicitação à flexão	47		dos raios	14
Solicitação à torção	47		Teoria da resistência dos materiais	43 – 50
Solicitação à tração	45		Termodinâmica	22
Som, termos	344		Termoplásticos	179, 182
Soma dos ângulos no triângulo	14		amorfos	179
SPS			parcialmente cristalinos	179
comandos	373 – 377		Teste	
linguagens	373 – 376		de aceitação por amostragem	280
programação	373 – 376		de dureza	192 – 195
Substâncias			Brinell	192
gasosas, valores característicos	117		Rockwell	193
líquidas, valores característicos	117		Shore	195
sólidas, valores característicos	116, 117		Vickers	193
Superfícies			de estiramento conforme Erichsen	191
cálculo	29, 30		de fadiga	189
coeficiente	48		de materiais	188 – 195
contorno	98		de materiais, resumo	188, 189
especificações	99, 100		de plásticos	195
geométricas, cálculo	26 – 28		de vibração	222
geométricas, centro de gravidade	32		por amostragem, teste de atributo	280
geométricas, unidades	20		Texto estruturado ST	374
proteção	196		Tipos de adesivos	222
qualidade	99		Tipos de plásticos fenólicos	184
Suporte para estampas	252		Tipos de roscas, resumo	202, 203
Suporte para pastilhas de metal duro			Tipos de solicitações	43
intercambiáveis	46		Tolerância	102
T				
Tabelas numéricas	10 – 12		de batimento	114
Talhas	39		de forma e posição	112 – 114
Tamanho de letras	64		de forma	113
Tangente	12		de localização	114
Taxa de erosão (valores de referência)	313		de orientação	113
Técnicas de fabricação	273 – 344		de posição	113, 114
Tecnologia			de roscas	208
da informação	393 – 398		dimensionamento	80
de fundição	162, 163		gerais	110
			construções soldadas	322

Ulrich Fischer
Roland Gomeringer

Max Heinzler
Roland Kilgus

Friedrich Näher
Stefan Oesterle

Heinz Paetzold
Andreas Stephan

MANUAL DE TECNOLOGIA METAL MECÂNICA



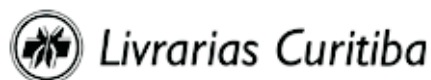
 EDITORA
BLUCHER 50 anos

R\$105,00

Este livro está à venda nas seguintes
livrarias e sites especializados:



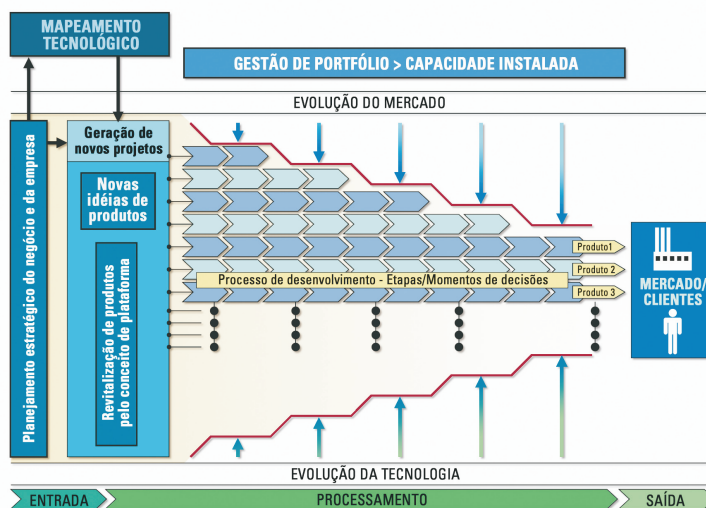
livrariacultura



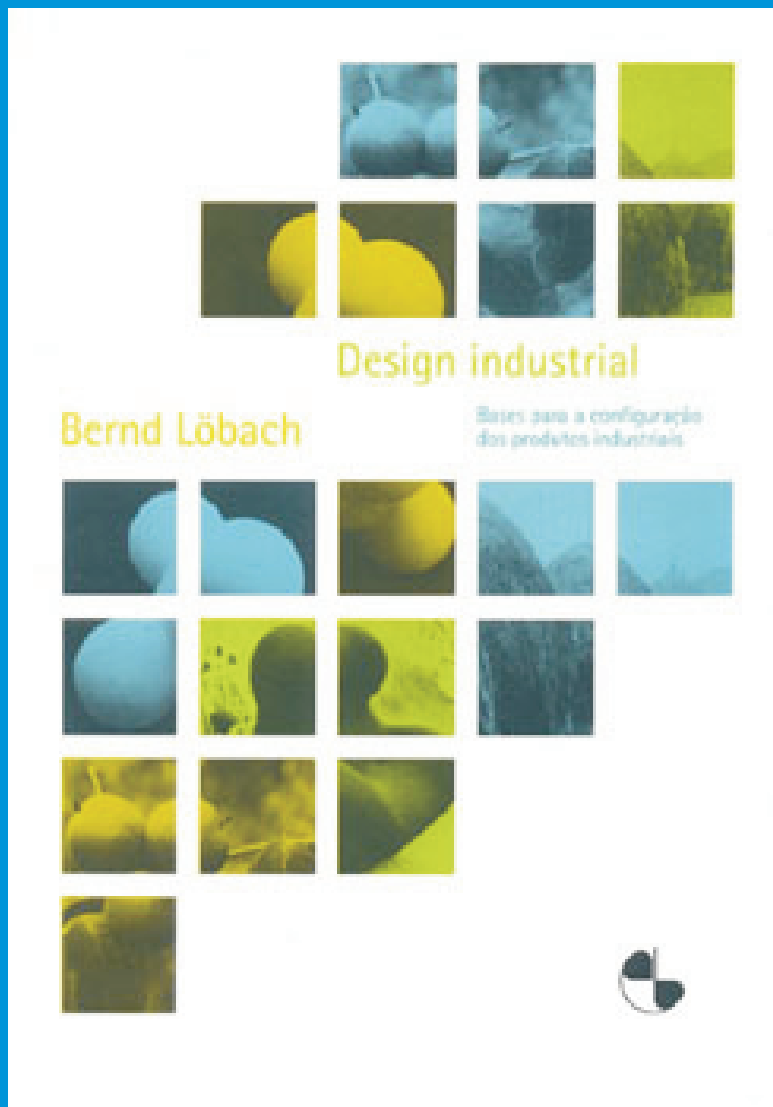
LIN CHIH CHENG
LEONEL DEL REY DE MELO FILHO

QFD

DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE
NA GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS



Esta obra mostra com profundidade o método de ouvir com eficácia a voz do cliente, traduzi-la com precisão para especificações de engenharia e transmiti-la para produção garantir a qualidade do produto. É apresentado também aplicação de casos reais em vários setores industriais como exemplos que facilitam o entendimento e a utilização do método.



Quem se interessar pelo design industrial, sejam estudantes ou profissionais, tem neste livro a melhor formulação conceitual sobre o assunto. Ele é também um livro sistemático, especialmente na abordagem dos aspectos estéticos e subjetivos do design, sempre os mais difíceis de tratar na metodologia do design.

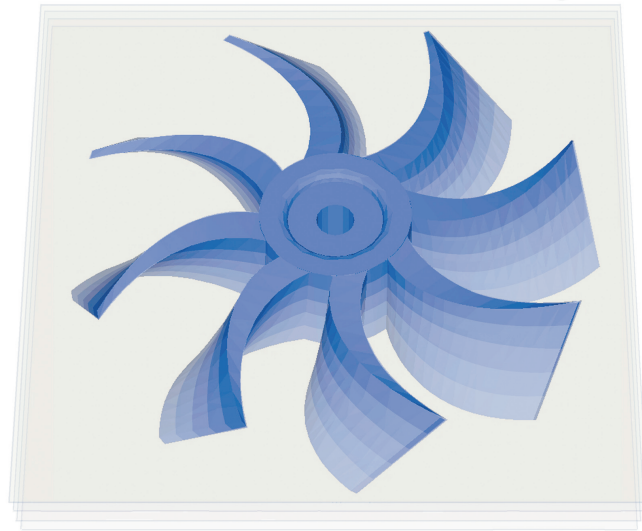


Este livro apresenta informações abrangentes sobre materiais e processos de manufatura, indispensáveis aos designers industriais, sem aprofundar-se nas discussões técnicas direcionadas aos engenheiros.

NERI VOLPATO

PROTOTIPAGEM RÁPIDA

TECNOLOGIAS E APLICAÇÕES



CARLOS HENRIQUE AHRENS
CRISTIANO VASCONCELLOS FERREIRA
GÜNTHER PETRUSH
JONAS DE CARVALHO
JORGE ROBERTO LOPES DOS SANTOS
JORGE VICENTE LOPES DA SILVA
NERI VOLPATO

 EDITORA BLÜCHER

De uma forma mais ampla, este livro se destina aos profissionais que estejam direta ou indiretamente ligados ao desenvolvimento de uma grande variedade de produtos, desde designers aos profissionais que utilizam biomodelos na área da saúde, como os cirurgiões médicos ou dentistas, ou ainda aos profissionais ligados às artes, setor de jóias, entre outros.



EXCELÊNCIA E
INOVAÇÃO EM
ENGENHARIA
MECÂNICA