

# Capítulo 12

## Montagens

---

 O centro das atenções da manutenção industrial são as máquinas. O objetivo é manter seu bom funcionamento e o melhor aproveitamento. Paradas indesejadas são evitadas com a manutenção permanente. A manutenção preditiva e autônoma cumpre esse papel. Com o passar do tempo, uma intervenção maior deve ser agendada e a máquina vai para a manutenção preventiva, que evita uma parada geral dessa máquina.

Em condições extremas, por conveniência ou não, as máquinas acabam na manutenção corretiva. Quando ocorre uma intervenção maior, o grupo da manutenção precisa, desmontando a máquina, corrigir as falhas, eliminar peças e conjuntos avariados e melhorar o funcionamento geral do sistema.

Alguns fatores são essenciais na execução dessa tarefa de manutenção corretiva. É necessário estar atento às especificidades do trabalho de desmontagem e montagem dos componentes da máquina. Alguns cuidados podem ser importantes:

- manter as ferramentas de trabalho;
- selecionar equipamentos de elevação e movimentação de cargas;
- desmontar componentes das máquinas;
- recuperar guias deslizantes;
- substituir componentes;
- fazer ajustes nos mecanismos.

A seguir, são abordados alguns tópicos com o objetivo de iniciar conhecimento na área.

## 12.1 Ferramentas de manutenção

As ferramentas primitivas foram desenvolvidas para facilitar a vida dos seres humanos na colheita de frutas, na caça, na pesca e em sua proteção. Ao longo da história, elas se modificaram e se tornaram mais sofisticadas com a mudança do foco do trabalho, de agrícola para industrial.

Na indústria, as ferramentas servem para a realização de trabalhos manuais em montagem de produtos, instalações diversas e manutenção de máquinas e equipamentos.

As ferramentas manuais mais comuns podem ser classificadas em:

- ferramentas com borda afiada: Exemplos: facas, machados, cortadores manuais de barras e hastes, formões, cortadores de vidro (figura 12.1);



DUMITRESCU CIPRIAN-FLOLIN /SHUTTERSTOCK

**Figura 12.1**

Cortadores de vidro.

- ferramentas de golpes: como martelos de cabeça (feitos de ferro, madeira, bronze, plástico), marretas, cinzéis (figura 12.2);



JAKE RENNAKER/SHUTTERSTOCK

**Figura 12.2**

Ferramentas de golpe.

- ferramentas de torção: chaves de fenda, chaves de boca (figura 12.3);



A. GOHOROV/SHUTTERSTOCK

ALDORADO/SHUTTERSTOCK

**Figura 12.3**

Ferramentas de torção.

- ferramentas de pinçamento: alicates, tenazes, torqueses (figura 12.4);

**Figura 12.4**

Ferramentas de pinçamento.



SERG64/SHUTTERSTOCK

- outros tipos: bombas de óleo, peneiras, saca-rolhas, saca-polias, baldes, tambores, coletores de pó, *kits* de ferramentas, entre outros.

**Figura 12.5**



GREATPA/SHUTTERSTOCK



VR PHOTOS/SHUTTERSTOCK



VBORISOV /SHUTTERSTOCK

As ferramentas devem ser manuseadas com cuidado, para evitar acidentes e ferimentos nas mãos. Alguns cuidados são fundamentais:

- Posicionar corretamente a ferramenta no momento da utilização.
- Empunhar firmemente a ferramenta, evitando deslizamento do apoio, escorregamento das mãos e aplicação inadequada de força ou golpes.
- Segurar corretamente a ferramenta: reduzir a força aplicada considerando o projeto e o momento resultante da aplicação da força (momento = força  $\times$  distância).
- Manter a limpeza e conservação. As ferramentas não devem ficar jogadas no chão ou perdidas entre os componentes das máquinas. Após o uso, precisam ser limpas e guardadas de forma organizada em caixas ou armários próprios, de fácil acesso ou transporte. O transporte tem de ser feito em carrinhos ou caixas apropriadas.
- Dar aplicação adequada a seu fim, por exemplo: alicate não deve ser usado como martelo, ou chave de fenda como formão.
- Usar equipamentos de proteção individual (luvas, óculos de proteção, avental etc.) ajuda a prevenir acidentes e manter a qualidade do trabalho.



## 12.2 Sistemas de transporte e levantamento de cargas

Na manutenção de máquinas e equipamentos, é comum o içamento de componentes como motores, eixos e conjuntos. A tabela 12.2 apresenta os principais equipamentos de transporte e içamento de cargas (ver também figuras 12.6 e 12.7).

**Tabela 12.2**  
Equipamentos de transporte e içamento.

Equipamento	Capacidade de carga
Macaco mecânico	Até 50 t
Macaco hidráulico	Até 100 t
Cilindro hidráulico	Até 500 t
Talha pneumática	De 0,5 t a 5 t
Talha elétrica	De 1 t a 10 t
Empilhadeira	De 3 t a 15 t
Tirfors	De 1 t a 4 t
Guincho manual	Até 10 t
Guincho pneumático	Até 3 t
Guincho elétrico	Até 2 t
Guincho a diesel	De 10 t a 50 t
Talha de arraste, de corrente e de engrenagem, dos tipos coroa e sem-fim, diferencial e planetária.	Diversas
Sistema de roldanas, simples ou múltiplas, do tipo moitão ou cadernal etc.	Diversas
Guindastes diversos	De 0 a acima de 100 t
Ponte rolante	10 t a 400 t

**Figura 12.6**  
Equipamentos de içamento.



ERIC MILOSHUTTERSTOCK

**Figura 12.7**

Acessórios para içamento e movimentação de cargas.

## 12.3 Desmontagem e organização

Quando uma máquina precisa de manutenção, a intervenção do pessoal da manutenção tem início com a desmontagem da máquina, a separação e lavagem dos componentes.

Essa etapa requer alguns cuidados:

- desligar a máquina da rede elétrica;
- remover circuitos elétricos;
- limpeza geral, eliminando resíduos de usinagem;
- drenagem de óleos e fluidos de refrigeração;
- remover carenagens, proteção e acessórios que não estão presos à máquina.

### 12.3.1 Desmontagem

Em seguida, começa a desmontagem da máquina:

- soltar parafusos, tomando o cuidado de lubrificar aqueles que estão travados;
- remover completamente os parafusos;
- remover os componentes, identificá-los antes de colocar em caixa ou engradado para evitar perdas;
- as caixas de peças devem estar identificadas;
- separar componentes para o processo de lavagem.

### 12.3.2 Limpeza de componentes

Dependendo do grau de sujeira, os componentes de máquinas podem ser lavados em solução de água e soda cáustica, água e querosene, água e detergente etc. As peças podem ou não ficar de molho para amolecer e soltar a sujeira. Um pincel de cerdas duras deve ser usado para remover resíduos incrustados nas partes internas dos componentes.

A limpeza precisa ser cuidadosa e minuciosa para obter resultado satisfatório de preparação dos componentes para a montagem.

Nessa operação já é possível identificar nos componentes as regiões com desgaste, trincas, fissuras, peças quebradas, avarias, pintura etc.

### 12.3.3 Cuidados no processo de lavagem

Alguns cuidados devem ser tomados para a proteção da saúde da pessoa que lava peças e para proteger o meio ambiente:

- proteger as mãos com luvas;
- usar óculos de segurança;
- usar máscara para proteger do cheiro do produto de limpeza utilizado;
- usar avental;
- usar calçado adequado;
- manter atenção para evitar quedas das peças ou amassamento das mãos durante o manuseio das peças no processo de lavagem;
- o local de trabalho deve ser mantido limpo, sem respingos para não contaminar o solo.

### 12.3.4 Equipamentos usados no processo de lavagem

Os componentes de máquinas precisam ser lavados e protegidos para evitar a contaminação do meio ambiente. Existem no mercado cabines de lavagem, máquinas tipo pias e máquinas agitadoras que mantêm as peças submersas em solução de limpeza.

Na manutenção é comum ter uma máquina de lavar peças tipo pia, com um reservatório de solução de limpeza que circula por um filtro e é reutilizada. Nessa máquina, usar querosene filtrado e desodorizado. Não utilizar gasolina, tiner, óleo diesel ou álcool combustível na operação de lavagem.

O álcool deve ser mantido limpo e filtrado e ser substituído periodicamente.

Após a lavagem, as peças devem ser secas com ar comprimido. O ar comprimido deve ser aplicado contra as peças, com cuidado, evitando respingos no aplicador ou em alguém que passe pelas proximidades da área de limpeza. Deve-se manter o ar comprimido somente para limpeza de peças.



As peças precisam ser separadas em lotes, considerando o seguinte critério:

- peças boas que não requerem substituição ou manutenção;
- peças avariadas que precisam ser substituídas;
- peças que requerem manutenção;
- peças que precisam ser analisadas em laboratório para substituição ou recondicionamento.

As peças devem ser encaminhadas para a bancada de montagem ou aguardar o programa de trabalho, armazenadas em local adequado.

Os processos de trabalho, a documentação da máquina e os catálogos de fabricantes de componentes têm de ficar nas proximidades do trabalho, pois serão utilizados na informação necessária à montagem da máquina e compra de componentes que necessitam substituição ou reparos.

A equipe de manutenção de máquinas deve manter a ordem para realizar o trabalho com confiabilidade e qualidade, garantindo a entrega rápida dos equipamentos, evitando perdas excessivas por paradas longas.



**Figura 12.8**

Manutenção de máquinas.

## 12.4 Manutenção das guias de deslizamento

Máquinas são sistemas que resultam da aplicação combinada das chamadas máquinas simples, que surgiram ao longo da história: a alavanca, o plano inclinado, o parafuso, a roda e a roldana.

As máquinas possuem eixos de trabalho que se inter-relacionam na operação (figura 12.9).

**Figura 12.9**

- (a) Eixos de trabalho de uma fresadora;
- (b) Eixos de trabalho de um torno.



Esses sistemas mecânicos são formados por diversos componentes que se relacionam por meio de guias de deslizamento, guias de rolamento, engrenagens, polias, eixos, fusos, mancais de deslizamento, mancais de rolamento, correias, cabos, molas etc.

Guias de deslizamento (figura 12.10) e guias de rolamento permitem manter a trajetória de determinados componentes de uma máquina.

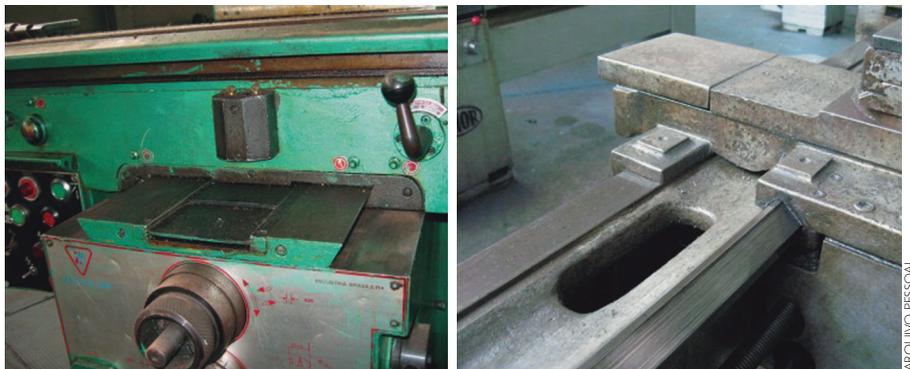
As guias de rolamento permitem o deslizamento, por exemplo, sobre rodas, esferas ou roletes, comum em pontes rolantes, portas de máquinas e mancais.

As guias de deslizamento são muito usadas nas máquinas da produção mecânica. Proporcionam a interação entre duas superfícies planas e a redução do esforço na realização do trabalho.

As guias de deslizamento trabalham expostas à sujeira: cavacos de usinagem, pó de esmeril, óxidos metálicos e poeira. A operação de trabalho de ir e vir faz com que esses resíduos formem com o lubrificante uma pasta abrasiva perigosa para a conservação das guias de deslizamento das máquinas de usinagem.

**Figura 12.10**

- Guias de deslizamento ou barramento de máquinas operatrizes.



Por esse motivo, as guias de deslizamento devem ser sempre protegidas. Existem sistemas de proteção sanfonados, tipo foles de acordeão, ou metálicos, que avançam com o carro. Outra forma de proteção é a aplicação de tiras de feltro presas na extremidade da parte móvel que desliza sobre a guia.

A recuperação das guias deslizantes envolve a retificação da superfície em pelo menos duas direções de trabalho, até eliminar completamente as protuberâncias. Em seguida, um rasquetamento cuidadoso deve ser feito para desenhar ranhuras de lubrificação sobre a superfície da guia. É feito com uma ferramenta manual parecida com um formão. A qualidade do polimento determina a exatidão da montagem.

O parafuso de rosca sem-fim transmite movimento ao fuso, que movimenta o carro sobre as guias da máquina. Por causa da solicitação em regime de trabalho, é comum a presença de folgas, trincas e desgaste nas guias. A parte móvel que desliza sobre a guia precisa ter o mínimo de folga.

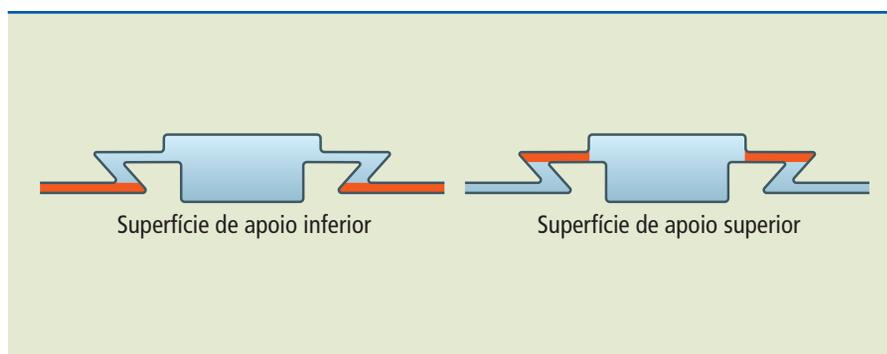
Assim, o barramento (ou guia deslizante da máquina) deve ser calçado com **régua de ajuste**. Essa régua serve para compensar o desgaste do barramento pelo uso, mantendo firmeza no movimento e garantindo precisão na usinagem.

O desgaste é normal e ocorre mesmo com a manutenção correta da lubrificação.

No caso do torno, a manutenção consiste em remover o avental, retificar o barramento, verificar as engrenagens de velocidade e de avanço do carro, a rosca sem-fim do carro e fusos. Outras providências também são importantes: substituir o óleo lubrificante, checar o sistema de refrigeração, ajustar os carros, alinhar o contraponto e checar a parte elétrica da máquina.

### 12.4.1 Acoplamento do rabo de andorinha

Esse tipo de acoplamento é bastante comum nas máquinas operatrizes. O ajuste entre as superfícies deve ser feito pelas superfícies horizontais inferiores (figura 12.11).



**Figura 12.11**

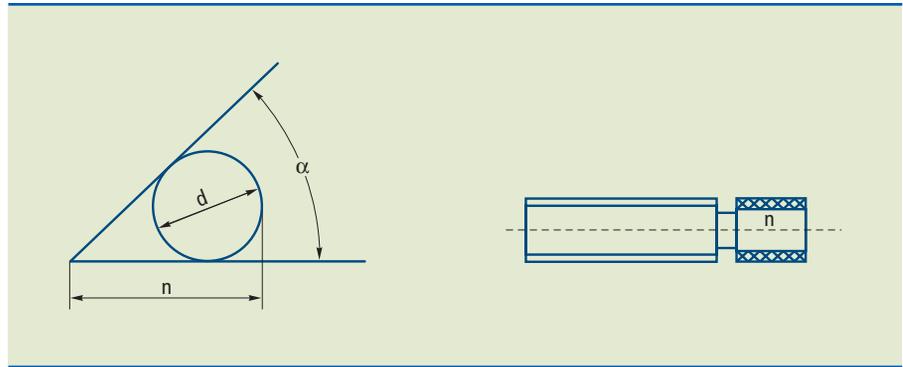
Superfícies horizontais de apoio.

São utilizados cilindros de medição que possibilitam medir as distâncias das superfícies do acoplamento. É possível medir ângulos entre  $20^\circ$  e  $160^\circ$ .

Quando um dos lados do ângulo é comum para os dois lados, o diâmetro do pino é dado por:  $d = 12,5 - 15,0$  mm (ver figura 12.12).

**Figura 12.12**

Diâmetro do pino quando um dos lados é comum aos dois lados.



Para cada ângulo  $\alpha$  um valor  $n$  é dimensionado, conforme a tabela 12.3.

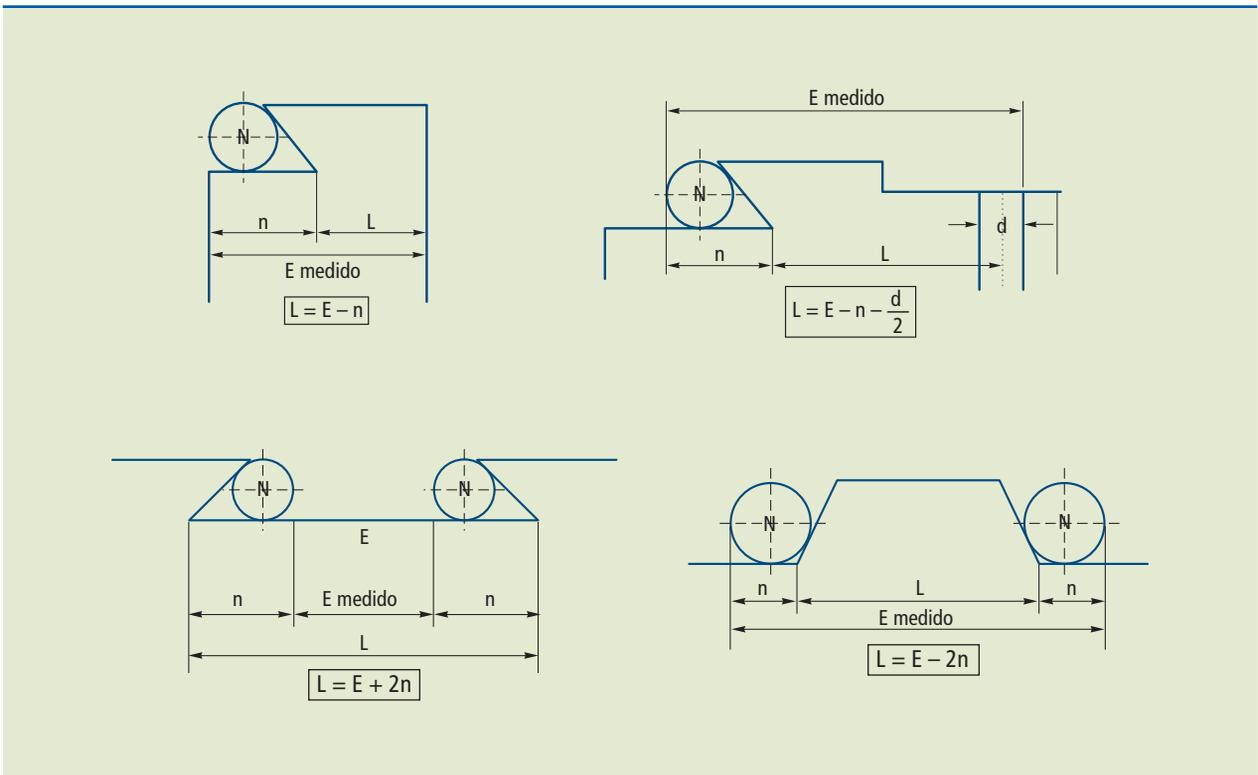
**Tabela 12.3**

$\alpha$ [°]	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120	130	140	150	160
$n$ [mm]	46	32	26	22	20	18	16	14	12	10	10	10	10	8

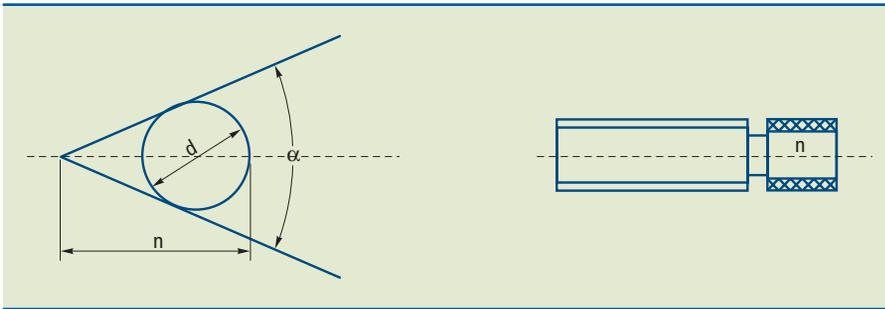
**Figura 12.13**

Aplicação dos cilindros  $n$ .

Aplicação dos cilindros  $n$ , de acordo com SCHRÖCK (1979), está esquematizada na figura 12.13.



Quando a linha de centro é a bissetriz do ângulo, o diâmetro do pino utilizado é dado por:  $d = 14,6 - 15,0$  mm (figura 12.14).



**Figura 12.14**

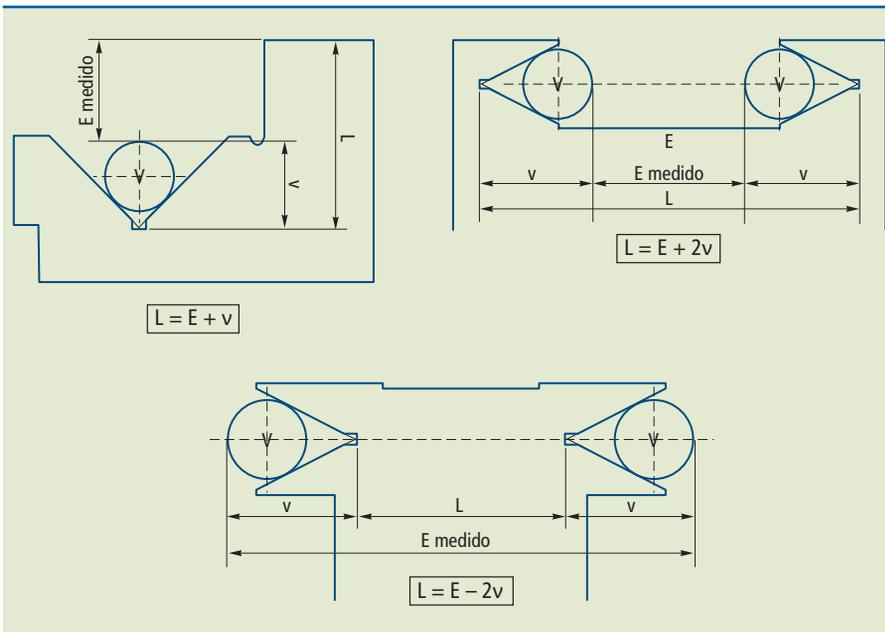
Diâmetro do pino quando a linha de centro é a bissetriz do ângulo.

Para cada ângulo  $\alpha$  um valor  $v$  é dimensionado, conforme a tabela 12.4.

$\alpha$ [°]	60	90	120
$v$ [mm]	22	18	16

**Tabela 12.4**

A aplicação dos cilindros  $v$ , de acordo com SCHRÖCK (1979), está esquematizada na figura 12.15.



**Figura 12.15**

Aplicação dos cilindros  $v$ .

Nas guias rabo de andorinha é necessário medir, ainda, o paralelismo delas, utilizando ponte de medição e relógio apalpador.

Nas guias em V e nas guias prismáticas, a exatidão é conseguida pelo acomodação da guia pelo uso, pelo tratamento da superfície, pelo aplainamento, pelo polimento e pela própria montagem. Nelas são verificadas a planeza da superfície

com nível de bolha, régua de verificação e relógio apalpador. Quando a guia é muito longa, a verificação é feita com mira telescópica.

Nas guias individuais, utiliza-se ponte de medição, nível de bolha e relógio apalpador para verificar paralelismo. Toma-se uma das guias como referência.

### 12.4.2 Ajustando as máquinas comuns da oficina

Nos tornos, é comum o ajuste do paralelismo entre o eixo árvore e o contraponto. Prende-se a barra de verificação entre pontos e percorre-se com o relógio apalpador preso ao carro transversal. Encontrando o valor desejado, ajusta-se a régua do contraponto.

Nas fresadoras, a verificação do movimento de trabalho é feita apoiando o relógio comparador no eixo de movimento da máquina e aplicando a haste do relógio sobre a superfície funcional que se deseja comparar. Pode-se verificar:

- a perpendicularidade do movimento transversal da mesa em relação ao movimento longitudinal;
- a perpendicularidade do fuso em relação à superfície da mesa.

## 12.5 Engrenagens

Na montagem das engrenagens é necessário observar a área de contato. Pintar uma engrenagem com azul da prússia e observar a outra. A imperfeição deverá ser revelada. A área de contato tem de ser perfeita: contato central entre os dentes, sem carga e contato cheio, com carga.

Na formação dos jogos de engrenagens, deixar uma folga correta (*backlash*) na montagem para manter a pressão adequada nos dentes, dentro das tolerâncias de fabricação. A tabela 12.5 oferece orientação para a montagem dos pares de engrenagem, considerando o ajuste final.

**Tabela 12.5**

Módulo	Pitch (DP)	Jogo ( <i>backlash</i> )	
		mm	Polegadas
Até 1,27	20 ou mais	0,25 a 0,075	0,001 a 0,003
2,54	10	0,050 a 0,1	0,002 a 0,004
4,23	6	0,1 a 0,15	0,004 a 0,006
6,35	4	0,15 a 0,20	0,006 a 0,008
8,47	3	0,20 a 0,28	0,008 a 0,011
12,70	2	0,30 a 0,40	0,012 a 0,016

A montagem incorreta causa abrasão, corrosão, remoção de pequenos flocos da superfície, sobrecarga, lascamento, ondulações, sulcamento dos dentes, esmagamento, recalçamento e quebra.

Outros efeitos podem aparecer, decorrentes de causas variadas:

- vibração – causada pelo desbalanceamento;
- superaquecimento – causado por excesso de carga, falta de lubrificação, velocidade em excesso etc.;
- ruídos – em consequência de folga, batidas nos dentes, desgaste etc.

A manutenção não deve se descuidar da limpeza e da lubrificação correta das engrenagens.

A figura 12.16 mostra a disposição das distâncias entre eixos para as relações de transmissão em conjunto de engrenagem e parafuso sem-fim (ver tabelas 12.6 e 12.7).

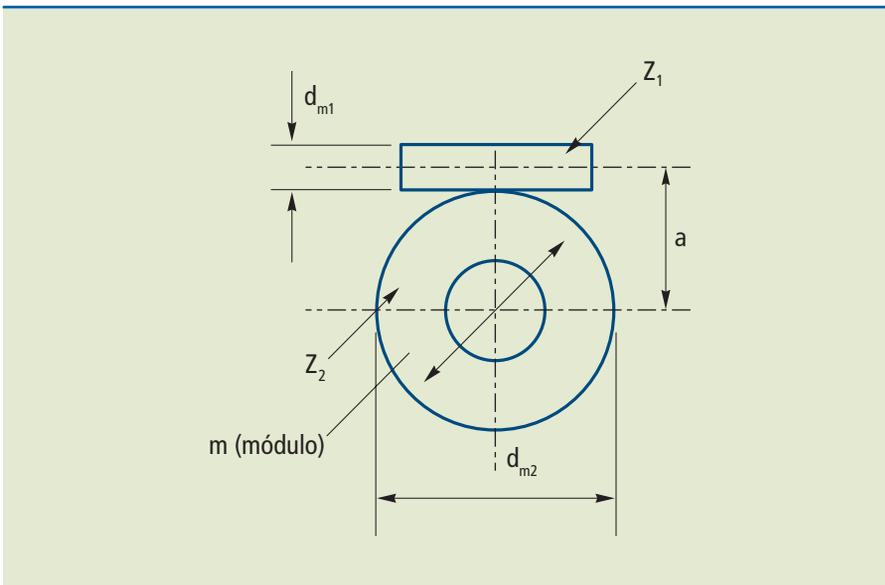


Figura 12.16

Roda helicoidal	Parafuso sem-fim
$d_{m2}$ = diâmetro da circunferência primitiva $Z_2$ = número de dentes $n_2$ = número de rotações	$d_{m1}$ = diâmetro da circunferência primitiva $Z_1$ = número de filetes $n_1$ = número de rotações
Distância entre eixos	$a = \frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}$
Relação de transmissão	$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2}{Z_1}$

Tabela 12.6

Tabela 12.7

M	$d_{m1}$	$Z_1$	$Z_2$	$d_{m2}$	Distância entre os eixos	Relação de transmissão
4	40	4	40	160	$\frac{40+160}{2} = 100$	$\frac{4}{40} = \frac{1}{10}$
4	40	2	40	160	100	$\frac{2}{40} = \frac{1}{20}$
4	40	1	40	160	100	$\frac{1}{40}$
2	40	1	80	160	100	$\frac{1}{80}$

Na verificação de engrenagens de parafuso de rosca sem-fim, utilizam-se régua de verificação, calibre prismático e relógio apalpador. A coaxialidade do parafuso (rosca) sem-fim é medida fora da caixa. A montagem segue as tolerâncias de fabricação:

- Tolerâncias de fabricação do parafuso sem-fim:
- diâmetro primitivo:  $d_{m1} = \pm 0,08$  mm;
- ângulo dos flancos =  $\pm 5'$ ;
- cilindro dos flancos, centragem =  $\pm 0,05$  mm.
- Tolerâncias de fabricação da roda helicoidal:
- diâmetro da circunferência primitiva:  $d_{m2} = \pm 0,08$  mm;
- centragem do cilindro divisor em relação ao furo da roda =  $\pm 0,06$  mm;
- inclinação, em 100 mm.
- =  $\pm 0,08$  mm

## 12.6 Rolamentos

A montagem do rolamento de esferas deve ser feita com a aplicação da força no anel que se deseja fixar. Primeiro, o rolamento tem de ser preso ao eixo e, depois, o conjunto precisa ser levado à caixa e ajustado.

Na fixação são aplicados golpes de martelo, utilizando uma espiga metálica ou um tubo de metal.

O rolamento deve ser colocado no eixo até o anel interno do rolamento apoiar-se no encosto. Em seguida, colocar o anel de trava para dar segurança (DIN 471), utilizando um alicate especial.

Figura 12.17

- a) Anel de trava de rolamento;  
b) alicate para colocar anel de trava.

JOSEF BOSAK/SHUTTERSTOCK



JOSEF BOSAK/SHUTTERSTOCK

Deve-se tomar cuidado para não sujar o rolamento. Aplica-se graxa para evitar a oxidação. Também se deve atentar para que não fique rebarba, por causa do esforço utilizado na colocação.

As espigas e tubos usados na fixação não devem conter rebarbas e superfícies irregulares, para não prejudicar a superfície do rolamento.

## 12.7 Polias

As correias são sistemas de transmissão muito utilizados nas máquinas. É comum encontrar correias no acionamento da rotação dos motores das máquinas. Como trabalham com precisão e velocidade, é necessário que as polias e correias transmissoras tenham funcionamento tranquilo.

As correias exigem polias alinhadas e ajustadas na forma e posição (SCHRÖCK, 1979):

- exatidão nas medidas do furo;
- exatidão na superfície de encosto;
- exatidão nas superfícies de ajustes;
- exatidão na superfície das vias de rolamento;
- coincidência nos eixos de rotação e de gravidade.

No conjunto de polias da máquina e do motor devem ser verificados:

- centragem e paralelismo entre a superfície de contato com a correia e o furo;
- esquadro entre a superfície de encosto do cubo e a superfície do furo;
- centragem e paralelismo entre as superfícies de ajuste do escatel e as superfícies do furo.

### 12.7.1 Verificação de desequilíbrio

O equilíbrio em peças rotativas (rodas, polias, discos etc.) é conseguido quando o eixo de simetria e o de rotação coincidem. A massa da peça tem de estar distribuída sobre a totalidade de sua periferia. No caso da polia, o centro de massa coincide com seu eixo de rotação.

Na fabricação das polias não é possível eliminar as irregularidades de distribuição de massa. Precisam ser compensadas com a colocação de pesos.

As perturbações no equilíbrio podem ser:

- **estáticas** – presentes em peças em formato de discos de pouca espessura. A compensação é feita mediante a colocação de contrapesos, com a peça instalada no eixo e posicionada em um cavalete;
- **dinâmicas** – ocorrem em eixos nos quais o desequilíbrio é representado com um par de forças (binário) aplicadas ao longo do eixo. A verificação é feita em uma máquina que coloca a peça em rotação até a velocidade de serviço, e calcula o valor e o local do contrapeso a ser instalado.

## 12.7.2 Montagem de polias

Na montagem da polia no eixo, devem ser levadas em consideração: a centragem das superfícies de ajustes circulares; a centragem de superfícies de ajustes planos; apoio correto das superfícies de encosto e de tensão (SCHRÖCK, 1979).

A montagem tem de ser cuidadosa e ensaiada. Faz-se o posicionamento, ensaiam-se o acoplamento e o ajuste para perceber se não há falhas. Então, procede-se ao posicionamento final apoiando os componentes em seu encosto de forma definitiva.

Colocado em posição, deve ser observado o alinhamento do conjunto. O mesmo tem de ocorrer após o aperto: verificar se não tirou as peças de lugar.

Após a montagem, devem ser verificados defeitos de posição nas peças (peças colocadas fora de posição) e defeitos de montagem, problemas de inclinação, aparafusamento e aperto.

## 12.8 Mantendo tudo em ordem

Após a manutenção, a máquina deve ser religada e testada. É aconselhável usinar uma peça para análise da qualidade. Deve-se, então, desocupar o espaço, organizar as ferramentas e limpar o setor.

O processo de manutenção se encerra com a aprovação do serviço pelo cliente.

Desenhos, catálogos e documentos de cada manutenção devem ser organizados no arquivos correspondentes a cada máquina. Esses documentos constituem o histórico da máquina e serão úteis nas futuras intervenções da manutenção, na contabilidade do custo do equipamento e do departamento onde ele se encontra, e também no momento de decidir a substituição, venda ou sucateamento da máquina.

Manter esse histórico agiliza o trabalho da equipe de manutenção e o torna eficiente, exigindo menos tempo de parada de máquina para a manutenção.

A eficiência da manutenção garante maior vida útil às máquinas e equipamentos, o que se traduz em aumento da produtividade e lucro para a empresa.

Os cuidados na conservação e manutenção dos equipamentos são também uma importante atividade do técnico mecânico, enquanto participante da equipe de manutenção ou da produção das organizações industriais contemporâneas.



# **Referências**

---

# **bibliográficas**

---



- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR ISO 8402.
- AGOSTINHO, Oswaldo L. *Sistemas de manufatura. Apostila do curso de pós-graduação de Engenharia Mecânica*. Campinas: Unicamp, 1997. v. 1.
- \_\_\_\_\_. *Sistemas integrados de manufatura. Apostila do curso de pós-graduação de Engenharia Mecânica*. Campinas: Unicamp, 2000.
- ALBUQUERQUE, Olavo A. L. Pires. *Lubrificação*. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1973.
- AZEVEDO, Joyce B.; CARVALHO, Laura H.; FONSECA, Viviane M. *Propriedades reológicas de óleos lubrificantes minerais e sintéticos com degradação em motor automotivo*. Trabalho Técnico Científico apresentado no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador, 2 a 5 de outubro de 2005. Disponível em: <[http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0223\\_05.pdf](http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/3/trabalhos/IBP0223_05.pdf)> Acesso em: 5 dez. 2009.
- BACK, Nelson. *Metodologia de projeto de produtos industriais*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BEZERRA, Roberto de Araújo. *Detecção de falhas em rolamentos por análise de vibração*. Campinas: Unicamp, 2004. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/>>. Acesso em: 1º dez. 2009.
- BRANCO FILHO, Gil. *Indicadores e índices de manutenção*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006.
- BRASSARD, Michael. *Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.
- CALLISTER Jr., William D. *Ciência e engenharia de materiais – Uma introdução*. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC.
- CHIAVERINI, V. *Tecnologia mecânica: estrutura e propriedades das ligas metálicas*. 2ª ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1986, v. 1.
- \_\_\_\_\_. *Tecnologia mecânica: materiais de construção mecânica*. 2ª ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1986, v. 3.
- COLPAERT, Humbertus. *Metalografia dos produtos siderúrgicos comuns*. 4ª ed. São Paulo: Edgard Blücher.
- DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. *Fundamentos da administração da produção*. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- DRAPINSKI, Janusz. *Manual de manutenção mecânica básica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1973.

FERNANDES, Paulo S. Thiago. *Montagens industriais – Planejamento, execução e controle*. 2ª ed. São Paulo: Artliber, 2005.

FERRARESI, Dino. *Fundamentos da usinagem dos metais*. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

FISCHER, Ulrich et al. *Manual de tecnologia metal mecânica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

FUNDACENTRO. *Ferramentas manuais. Material informativo*. Disponível em: <<http://sstmpe.fundacentro.gov.br>>. Acesso em: 21 dez. 2009.

GAITHER, Normam; FRAZIER, Greg. *Administração da produção e operações*. 8ª ed. São Paulo: Pioneira/Thomson Learning, 2001.

HIRSCHFELD, H. *Planejamento com Pert-CPM*. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 1982.

KHATER, Evaldo. *Medição de vibração torcional em laminadores siderúrgicos*. São João del Rei: Departamento de Engenharia Mecânica, Funrei.

LAS CASAS, Alexandre. *Marketing – Conceitos, exercícios, casos*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1993.

LIMA, Prof. Dr. Paulo Correia. *Apontamentos de aula de pós-graduação – Tópicos em Engenharia de Produção*. Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas: Unicamp, 12 abr. 2001.

LOBOS, Júlio. *Qualidade através das pessoas*. São Paulo: Instituto de Qualidade, 1991.

MANO, Cristiane. “O executivo mais verde do mundo”. *Revista Exame*, São Paulo, 23 mar. 2008. p. 23-31.

MANUAL SHELL. *Lubrificação industrial*. [S.i.: s.n.; ca. 1980].

MANZINI, Ézio; VEZZOLI, Carlo. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis – Os requisitos dos produtos industriais*. São Paulo: Edusp, 2008.

MARQUES, Fábio. *Guia prático da qualidade em serviços*. São Paulo: APMS Books, 2000.

MARTINO, Jarryer Andrade de. *A importância do croqui diante das novas tecnologias no processo criativo*. Bauru, 2007. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Unesp.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1992.

MAXIMIANO, Antonio C. A. *Teoria geral da administração*. Ed. Compacta. São Paulo: Atlas, 2007.



MEI, Paulo Roberto; COSTA E SILVA, André Luiz. *Aços e ligas especiais*. São Paulo: Edgar Blücher, 2010.

MORAES, Paulo Henrique de Almeida. *Manutenção produtiva total: estudo de caso em uma empresa automobilística*. Taubaté: Unitau, 2004.

MOREIRA, A. Daniel. *Administração da produção e operações*. São Paulo: Pioneira/Thomson Learning, 2004.

MOURA, Reinaldo A.; UMEDA, Akio. *Sistema kanban de manufatura “just in time” – Uma introdução às técnicas de manufaturas japonesas*. São Paulo: Imam, 1984.

NASCIMENTO, Aurélio E.; BARBOSA, José P. *Trabalho – História e tendências*. 3ª ed. São Paulo: Ática, 2001.

OZAKI, Yaeko. *Técnicas de coleta de informações. Apostila do curso*. Itu: CEUNSP, 1999.

PAHL, Gerhard; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. et al. *Projeto na engenharia. Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações*. 6ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

PETER, J. P.; CERTO, S. C. *Administração estratégica – Planejamento e implantação da estratégia*. São Paulo: Makron Books, 1993.

RAGO, Luzia M.; MOREIRA, Eduardo F. P. *O que é taylorismo*. 7ª ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.

RIBEIRO, Osni M. *Contabilidade de custos fácil*. 6ª ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

ROUSSO, José. *Manual de lubrificação industrial*. Rio de Janeiro: Manuais CNI, 1980.

SANTOS, Valdir A. *Manual prático da manutenção industrial*. 2ª ed. São Paulo: Ícone, 2007.

SCHRÖCK, Joseph. *Montagem, ajuste, verificação de peças de máquinas*. Rio de Janeiro: Reverté, 1979.

SHIGLEY, J. E.; MISCHKE, C. R.; BUDYNAS, R. G. *Projeto de engenharia mecânica*. 7ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

SHIGLEY, Joseph Edward. *Dinâmica das máquinas*. São Paulo: Edgard Blücher, 1969.

SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. *Planejamento e medição para a performance*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

SLACK, N. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 2000.

SMITH, William F. *Princípios de ciência e engenharia dos materiais*. 3ª ed. São Paulo: McGraw-Hill.

SOUZA, Sérgio Augusto de. *Metálicos: Fundamentos teóricos e práticos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2004.

SOZO, Valdeon; FORCELLINI, Fernando A.; OGLIARI, André. *O processo de tomada de decisões na fase de projeto conceitual de produtos: uma abordagem axiomática*. In: Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produtos IV, 6 a 8 outubro de 2003, Gramado (RS). Disponível em: <[www.portaldeconhecimentos.org.br](http://www.portaldeconhecimentos.org.br)>. Acesso em: 22 out. 2009.

STOETERAU, Rodrigo Lima. *Tribologia – EMC 5315*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Disponível em: <<http://www.lmp.ufsc.br/>>. Acesso em: 5 dez. 2009.

STONER, James A. F.; FREEMAN, R. E. *Administração*. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

SUH, Nam P. *Principles of design*. Nova York: Oxford University Press, 1990.

VIEIRA, Newton L. *Pert-CPM*. Manuais CNI n. 24. Rio de Janeiro: Apex.

VITTORINO, Marco Antonio. *Manual de manutenção Cargill*. Disponível em: <<http://www.mantenimentomundial.com/sites/mmnew/bib/notas/Apostila.pdf>>. Acesso em: 7 dez. 2009.

XAVIER, Carlos M. da Silva. *Gerenciamento de projetos*. São Paulo: Saraiva, 2005.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippus. *Gerenciando a manutenção produtiva*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

## SITES

[www.abal.org.br/aluminio](http://www.abal.org.br/aluminio)

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT/CB-04. Disponível em: <[http://www.abnt.org.br/CB04/normas\\_gestao.asp](http://www.abnt.org.br/CB04/normas_gestao.asp)>. Acesso em: 2 nov. 2009.

[www.somametais.com.br/Ligas.htm](http://www.somametais.com.br/Ligas.htm)













**CENTRO PAULA SOUZA**

