

## MÁQUINAS ELETROMECAÂNICAS

Máquinas eletromecânicas são combinações de engenhos mecânicos com circuitos elétricos e eletrônicos capazes de comandá-los. Defeitos nessas máquinas tanto podem ser puramente mecânicos como mistos, envolvendo também a parte eletroeletrônica, ou então puramente elétricos ou eletrônicos.

Com três áreas tecnológicas bem distintas nas máquinas, uma certa divisão do trabalho de manutenção é necessária. Há empresas que mantêm os mecânicos de manutenção, os eletricistas e os eletrônicos em equipes separadas.

É interessante notar que a boa divisão do trabalho só dá certo quando as equipes mantêm constantes a troca de informações e ajuda mútua. Para facilitar o diálogo entre as equipes, é bom que elas conheçam um pouco das outras áreas.

Um técnico eletrônico com noções de mecânica deve decidir bem melhor quanto à natureza de um defeito do que aquele desconhecedor da mecânica. O mecânico com alguma base eletroeletrônica tanto pode diferenciar melhor os defeitos como até mesmo resolver alguns problemas mistos.

Conhecimentos sobre tensão, corrente e resistência elétricas são imprescindíveis para quem vai fazer manutenção em máquinas eletromecatrônicas.

Recordando:

**Tensão elétrica (U)** – É a força que alimenta as máquinas. A tensão elétrica é medida em volt (V). As instalações de alta-tensão podem atingir até 15.000 volts. As mais comuns são as de 110V, 220V e 380V. Pode ser contínua (a que tem polaridade definida) ou alternada.

**Corrente elétrica ( I )** – É o movimento ordenado dos elétrons no interior dos materiais submetidos a tensões elétricas. A corrente elétrica é medida em ampère (A). Sem tensão não há corrente, e sem corrente as máquinas elétricas param. A corrente elétrica pode ser contínua (CC) ou alternada (CA).

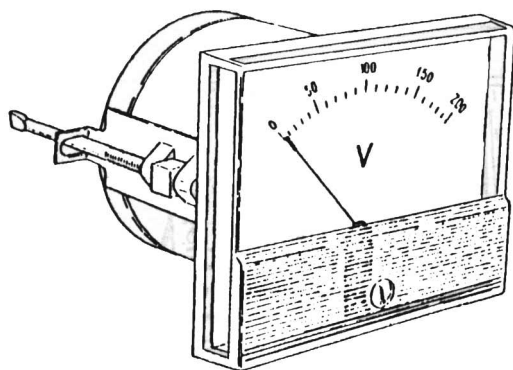
**Resistência elétrica (R)** – É a oposição à passagem de corrente elétrica que todo material oferece. Quanto mais resistência, menos corrente. Máquinas elétricas e componentes eletrônicos sempre apresentam uma resistência característica. A medida da resistência, cujo valor é expresso em ohm (oooo ), é um indicador da funcionalidade das máquinas e de seus componentes.

### APARELHOS ELÉTRICOS

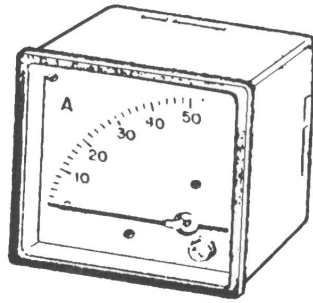
Os aparelhos elétricos mais utilizados na manutenção eletroeletrônica são:

Voltímetro, amperímetro, ohmímetro, multímetro e osciloscópio. Os aparelhos elétricos podem ser digitais ou dotados de ponteiros. Os dotados de ponteiros são chamados de analógicos.

**Voltímetro:** É utilizado para medir a tensão elétrica tanto contínua (VC) quanto alternada (VA).

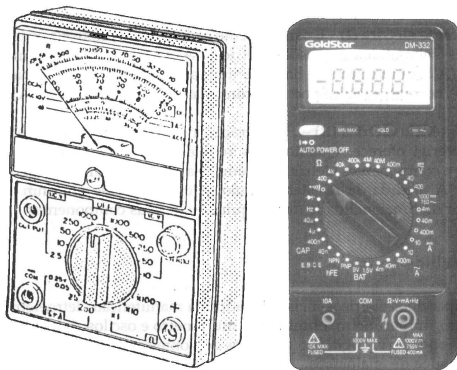


**Amperímetro:** É utilizado para medir a intensidade da corrente elétrica contínua (CC) e alternada (CA).

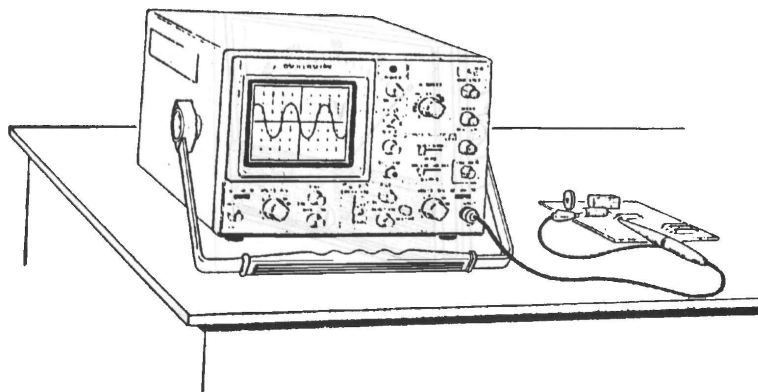


**Ohmímetro:** É utilizado para medir o valor da resistência elétrica.

**Multímetro:** Serve para medir a tensão, a corrente e a resistência elétricas.



**Osciloscópio:** Permite visualizar gráficos de tensões elétricas variáveis e determinar a frequência de uma tensão alternada.



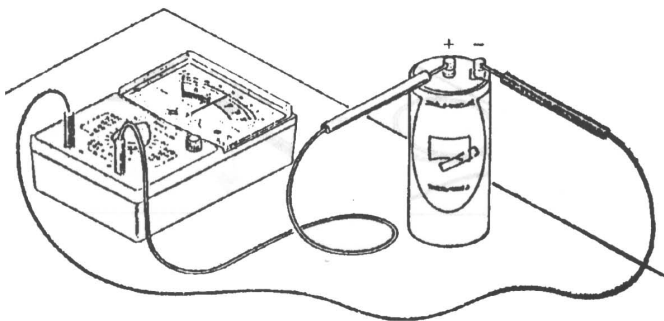
### Medidas elétricas

Para se medir a tensão, a corrente e a resistência elétricas com uso de aparelhos elétricos, devem ser tomadas as seguintes providências:

- escolher o aparelho com escala adequada;
- conectar os dois fios ao aparelho;
- conectar as duas pontas de prova (fios) em dois pontos distintos do objeto em análise.

### Medida de tensão

A medida de tensão elétrica é feita conectando as pontas de prova do aparelho aos dois pontos onde a tensão aparece. Por exemplo, para se medir a tensão elétrica de uma pilha com um multímetro, escolhe-se uma escala apropriada para medida de tensão contínua e conecta-se a ponta de prova positiva (geralmente vermelha) ao pólo positivo da pilha, e a ponta negativa (geralmente preta) ao pólo negativo.

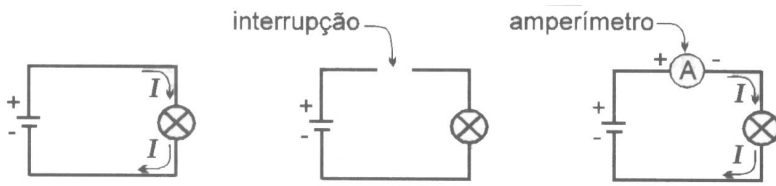


Em multímetros digitais, o valor aparece direto no mostrador. Nos analógicos, deve-se observar o deslocamento do ponteiro sobre a escala graduada para se determinar o valor da tensão. Nas medidas de tensão alternada, a polaridade das pontas de prova não se aplica.

### Medida de corrente

A corrente elétrica a ser medida deve passar através do aparelho. Para isso, interrompe-se o circuito cuja corrente deseja-se medir: o aparelho entra no circuito, por meio das duas pontas de prova, como fosse uma ponte religando as partes interrompidas.

Em sistema de corrente contínua, deve-se observar a polaridade das pontas de prova.

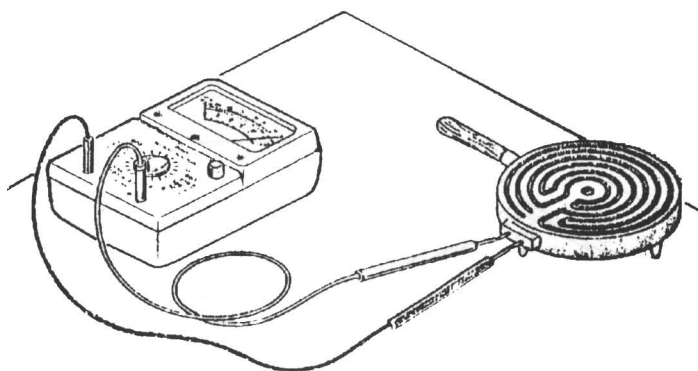


Em circuitos de alta corrente, muitas vezes é inconveniente e perigosa a interrupção do circuito para medições. Em casos assim, faz-se uma medição indireta, utilizando um modelo de amperímetro denominado "alicate", que abraça o condutor percorrido por corrente. O aparelho capta o campo eletromagnético existente ao redor do condutor e indica uma corrente proporcional à intensidade do campo.

### Medida de resistência

As medidas de resistência devem ser feitas, sempre, com o circuito desligado, para não danificar o aparelho. Conectam-se as pontas de prova do aparelho aos dois pontos onde se deseja medir a resistência.

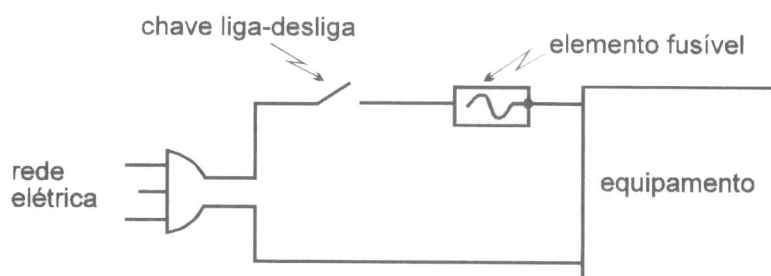
O aparelho indica a resistência global do circuito, a partir daqueles dois pontos. Quando se deseja medir a resistência de um componente em particular, deve-se desconectá-lo do circuito.



### Pane elétrica

Diante de uma pane elétrica, deve-se verificar primeiramente a alimentação elétrica, checando a tensão da rede e, depois, os fusíveis.

Os fusíveis são componentes elétricos que devem apresentar baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Intercalados nos circuitos elétricos, eles possuem a missão de protegê-los contra as sobrecargas de corrente.



De fato, quando ocorre uma sobrecarga de corrente que ultrapassa o valor da corrente suportável por um fusível, este “queima”, interrompendo o circuito.

Em vários modelos de fusível, uma simples olhada permite verificar suas condições. Em outros modelos é necessário medir a resistência.

Em todos os casos, ao conferir as condições de um fusível, deve-se desligar a máquina da rede elétrica.

Fusível “queimado” pode ser um sintoma de problema mais sério. Por isso, antes de simplesmente trocar um fusível, é bom verificar o que ocorreu com a máquina, perguntando, olhando, efetuando outras medições e, se necessário, pedir auxílio a um profissional especializado na parte elétrica.

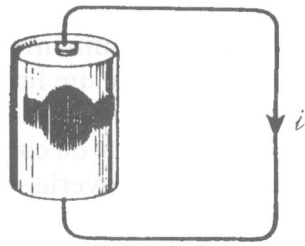
## RESISTÊNCIA, ATERRAMENTO E CONTINUIDADE

### Resistência de entrada

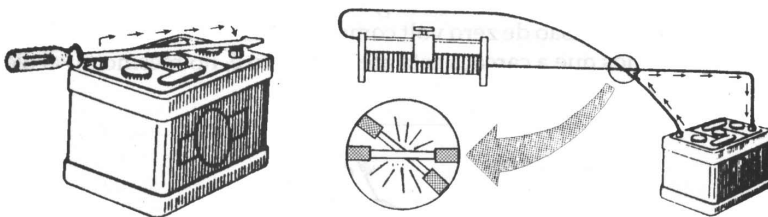
A resistência elétrica reflete o estado geral de um sistema. Podemos medir a resistência geral de uma máquina simplesmente medindo a resistência a partir dos seus dois pontos de alimentação. Em máquinas de alimentação trifásicas, mede-se a resistência entre cada duas fases por vez. Essa resistência geral é denominada de resistência de entrada da máquina.

Qual a resistência elétrica de entrada de uma máquina em bom estado? Esta pergunta não tem resposta direta. Depende da máquina, porém, duas coisas podem ser ditas.

1. Se a resistência de entrada for zero, a máquina está em curto-circuito. Isto fatalmente levará à queima de fusível quando ligada. Assim, é natural que curto-circuito, seja removido antes de ligar a máquina. Para compreender o conceito de curto-circuito, observem a figura a seguir.

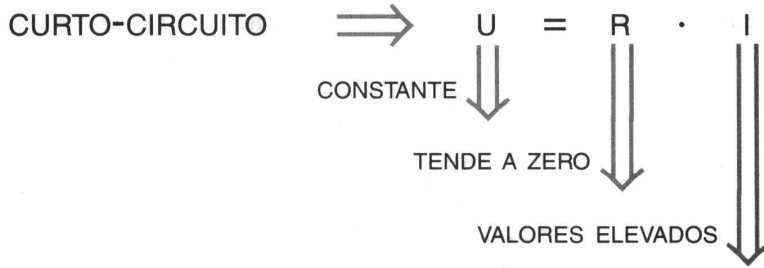


Podemos ver pela figura que a corrente elétrica sai por um dos terminais da fonte elétrica (pilha ou bateria), percorre um fio condutor de resistência elétrica desprezível e penetra pelo outro terminal, sem passar por nenhum aparelho ou instrumento. Quando isso ocorre, dizemos que há um curto-circuito. O mesmo se dá, por exemplo, quando os pólos de uma bateria são unidos por uma chave de fenda, ou quando dois fios energizados e descapados se tocam.



Quando ocorre um curto-circuito, a resistência elétrica do trecho percorrido pela corrente é muito pequena, considerando que as resistências elétricas dos fios de ligação são praticamente desprezíveis. Assim, pela lei de OHM, se  $U$  (tensão) é constante e  $R$  (resistência) tende a zero, necessariamente  $I$  (corrente) assume valores elevados. Essa corrente é a corrente de curto-circuito.

Resumindo:



Circuito em curto pode se aquecer exageradamente e dar início a um incêndio. Para evitar que isso aconteça, os fusíveis do circuito devem estar em bom estado para que tão logo a temperatura do trecho “em curto” aumente, o filamento do fusível funda e interrompa a passagem da corrente.

2. Se a resistência de entrada for muito grande, a máquina estará com o circuito de alimentação interrompido e não funcionará até que o defeito seja removido.

Vimos a importância da medida da resistência na entrada de alimentação elétrica. No caso em que a resistência for zero, podemos dizer ainda que a máquina está sem isolamento entre os pontos de alimentação. Sim, pois o termo curto-circuito significa que os dois pontos de medição estão ligados eletricamente, formando assim um caminho curto para passagem de corrente entre eles. Contudo, o teste de isolamento pode ser aplicado também em outras circunstâncias.

### **Aterramento**

Instalações elétricas industriais costumam possuir os fios “fase”, “neutro” e um fio chamado de “terra”. Trata-se de um fio que de fato é ligado à terra por meio de uma barra de cobre em uma área especialmente preparada. O fio neutro origina-se de uma ligação à terra no poste da concessionária de energia elétrica. A resistência ideal entre neutro e terra deveria ser zero, já que o neutro também encontra-se ligado à terra; mas a resistência não é zero.



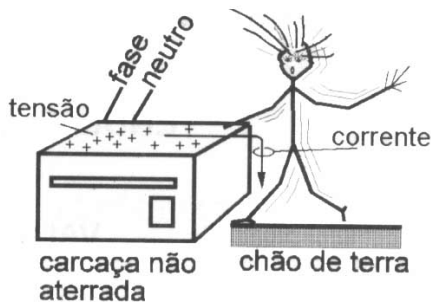
Até chegar às tomadas, o fio neutro percorre longos caminhos. Aparece uma resistência entre neutro e terra, que todavia não deve ultrapassar uns 3 ohms, sob pena de o equipamento não funcionar bem. Assim, um teste de resistência entre neutro e terra pode ser feito com ohmímetro, porém, sempre com a rede desligada.

O fio terra cumpre uma função de proteção nas instalações. As carcaças dos equipamentos devem, por norma, ser, ligadas ao fio terra. Assim, a carcaça terá sempre um nível de tensão de zero volt comparado com o chão em que pisamos. Nesse caso, dizemos que a carcaça está aterrada, isto é, no mesmo nível elétrico que a terra.



Opostamente, uma carcaça desaterrada pode receber tensões elétricas acidentalmente (um fio desencapado no interior da máquina pode levar a isso) e machucar pessoas.

Por exemplo, se alguém tocar na carcaça e estiver pisando no chão (terra), fica submetido a uma corrente elétrica (lembre-se de que a corrente circula sempre para o neutro, isto é, para a terra), levando um choque, que poderá ser fatal, dependendo da intensidade da corrente e do caminho que ela faz ao percorrer o corpo.



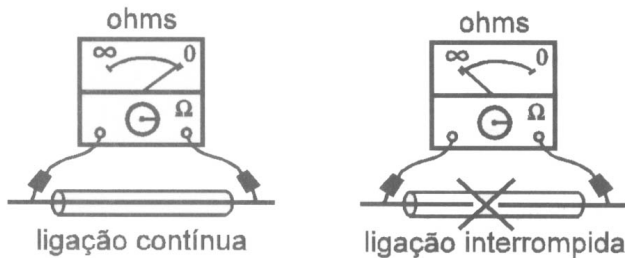
O isolamento entre a carcaça dos equipamentos e o terra pode ser verificada medindo-se o valor da resistência que deve ser zero.

Nas residências, é sempre bom manter um sistema de aterramento para aparelhos como geladeiras, máquinas de lavar e principalmente chuveiros. Um chuveiro elétrico sem aterramento é uma verdadeira cadeira elétrica!

### Continuidade

Outros problemas simples podem ser descobertos medindo a resistência dos elementos de um circuito. Por exemplo, por meio da medida da resistência, pode-se descobrir se há mau contato, se existe um fio quebrado ou se há pontos de oxidação nos elementos de um circuito.

Resumindo, para saber se existe continuidade em uma ligação, basta medir a resistência entre suas pontas. Esse procedimento é recomendado sempre que se tratar de percursos não muito longos.



# Solucionando Problemas

## 1 ) Relacione a primeira coluna com a Segunda.

### Grandeza física

- a) ( ) Tensão elétrica
- b) ( ) Corrente elétrica
- c) ( ) Resistência elétrica

### Aparelho

- 1. Amperímetro
- 2. Voltímetro
- 3. Ohmímetro
- 4. Osciloscópio

## 2 ) Assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as afirmações.

- a) ( ) Escolha de uma escala apropriada, uso de duas pontas de provas e conexão das pontas de prova a dois pontos distintos são etapas que aparecem nas três modalidades de medidas elétricas.
- b) ( ) Em medida de tensão contínua, as pontas de prova do voltímetro devem ser ligadas aos pólos positivo e negativo da fonte de tensão observando-se a polaridade.
- c) ( ) Em medida de corrente, o circuito deve ser desligado e interrompido, colocando-se o amperímetro de tal forma que a corrente o atravesse.
- d) ( ) Ao se medir resistência de um circuito, ele deve estar desligado.

## 3 ) Os fusíveis “queimam” porque:

- a) ( ) sempre apresentam defeitos de fabricação;
- b) ( ) são atravessados por correntes acima do valor para os quais foram fabricados;
- c) ( ) sofrem desgastes naturais;
- d) ( ) sofrem aumentos súbitos de resistência elétrica;
- e) ( ) possuem elevadas resistências.

# Solucionando Problemas

**4) Em um curto-circuito:**

- a)  a corrente é zero e a resistência é elevada;
- b)  a resistência é zero e a tensão é elevada;
- c)  a resistência é alta e a corrente é elevada;
- d)  a resistência é zero e a corrente é elevada;
- e)  a tensão e a corrente são nulas.

**5) Em uma instalação elétrica com aterramento, o fio.....deve estar ligado à.....dos equipamentos. A tensão entre a carcaça e o terra, nesses casos, é .....volt.**

A melhor seqüência de palavras que preenche corretamente as lacuna da afirmação é:

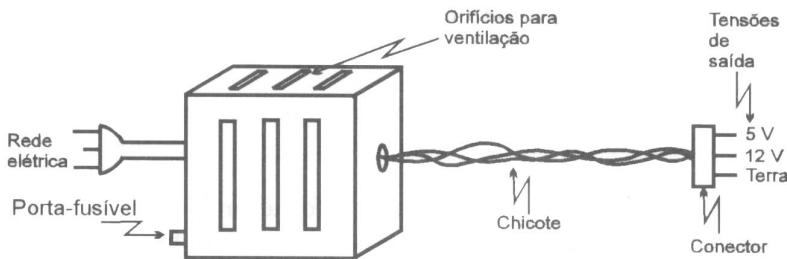
- a)  terra, carcaça, zero.
- b)  neutro, fonte, um.
- c)  fase, carcaça, zero.
- d)  terra, fonte, meio.
- e)  neutro, carcaça, zero.

**6) Quando falamos em continuidade de uma ligação elétrica, estamos querendo dizer que:**

- a)  a medida da resistência elétrica de ponta a ponta na ligação é infinita;
- b)  a medida da resistência elétrica de ponta a ponta na ligação é zero;
- c)  visualmente a ligação é contínua;
- d)  somente corrente contínua pode circular pela ligação;
- e)  somente corrente alternada pode circular pela ligação.

## BLOCOS ELETRÔNICOS

Blocos são conjuntos de circuitos eletrônicos e as máquinas que possuem eletrônica embutida, em geral, possuem esses blocos bem distintos. Em quase todas elas aparece um bloco chamado fonte. A fonte converte a tensão elétrica alternada da rede, em tensões apropriadas para o funcionamento dos outros blocos eletrônicos.



Se tivermos acesso à fonte, podemos medir as tensões que ela fornece diretamente no seu conector de saída. Nesse caso, procuramos o terra da fonte, que pode estar sinalizado, ou então medir as tensões em relação à carcaça do aparelho.

A seguir comparamos os valores medidos com os especificados na própria fonte ou em sua documentação. Se houver diferenças nos valores, dois problemas podem estar ocorrendo: ou a fonte está com defeito ou ela não está suportando a ligação com os outros blocos.

Para saber se a fonte está com defeito, deve-se desconectá-la dos outros blocos e verificar se as diferenças persistem.

Se a fonte não estiver suportando a ligação com os outros blocos, ao ser desconectada as tensões voltam ao normal. O defeito, em suma, pode estar na fonte como em algum dos blocos.

## PLACAS DE CONTROLE

São placas de fibra de vidro ou fenolite, nas quais se imprimem trilhas de material condutor, geralmente cobre, para ligação de circuitos. Os componentes eletrônicos, discretos e integrados, são soldados e ficam imóveis na placa. Alguns componentes podem ser colocados por meio de soquetes. As placas de controle podem estar soquetadas em gabinetes, armários etc., formando um módulo de controle .

Placas de controle funcionam com baixa tensão (3,3V, 5V, 12V tipicamente). Formam a parte "inteligente" de um ciclo realimentado com servomotores, por exemplo. Quando não vão bem, todo o sistema vai mal.

A manutenção das placas de controle começa com a verificação das tensões e das conexões. Maus contatos entre as placas e seus conectores são sanados facilmente, bastando retirar as placas e limpar seus pontos de contato com borracha de apagar lápis. Depois é só recolocá-las no lugar.

Se componentes soquetados a apresentarem problemas, basta retirá-los dos soquetes, limpar seus terminais e recolocá-los novamente nos respectivos soquetes.

## PLACAS DE ACIONAMENTO

São as placas que contêm os circuitos eletrônicos que vão trabalhar com correntes mais altas. Os componentes típicos nestas placas são:

**Transistores:** mais empregados em acionamento com correntes contínua.

**Tiristores (SCR, DIAC, TRIAC):** usados em acionamento com correntes contínua e alternada.

**Circuitos integrados:** são digitais ou analógicos, de baixa ou de alta potência.

**Resistores de potência:** são normalmente de tamanho grande.

As placas de acionamento podem estar soquetadas em gabinetes, armários etc, formando um módulo de acionamento.

A função das placas de acionamento é fornecer as formas de onda e os valores adequados de tensão para fazer as cargas funcionarem bem. Quando não operam adequadamente, as cargas apresentam alguma anormalidade: motores podem disparar, desandar, parar.

Um módulo de acionamento possui, pelo menos, três conexões:

- com a fonte;
- com as placas de controle;
- com as cargas e o sistema de sensoriamento, se houver.

As tensões de alimentação, bem como a continuidade das conexões de um módulo de acionamento, podem ser verificadas facilmente.

## MOTORES ELÉTRICOS

As máquinas elétricas responsáveis pelo movimento são os motores elétricos. Recebem energia elétrica e a convertem em energia mecânica que fica disponível em seu eixo.

Os motores elétricos, quanto à forma de corrente, classificam-se em:

- motores CC (que trabalham com corrente contínua);
- motores CA monofásicos ( que trabalham com corrente alternada, alimentados por uma fase e neutro );
- motores CA trifásicos (que trabalham com corrente alternada, recebendo três fases);
- motores universais para correntes e alternada.

**Quanto ao movimento, os motores elétricos classificam-se em:**

- motores síncronos (com velocidade proporcional à frequência da rede);
- motores assíncronos (com velocidade variável de acordo com a carga movimentada);

• motores de passos (de corrente contínua, que gira um passo a cada troca correta nas correntes em seus enrolamentos estatores );

• servo-motores (com sensoriamento acoplado ao eixo).

Em geral, todo motor elétrico possui um rotor (elemento girante) e um estator (elemento estático). A corrente elétrica é aplicada aos enrolamentos do estator e flui também nos enrolamentos do rotor, exceto nos motores de passos cujos estatores não possuem enrolamento.

Antes de qualquer ação de manutenção em um motor, deve-se verificar o tipo de corrente que o alimenta e como se dá seu movimento.

Podemos verificar as ligações entre os módulos de acionamento e medir as tensões de alimentação . A verificação do movimento do motor, se possível, deve ser feita com carga e sem carga.

## SENSORIAMENTO

Os sistemas eletrônicos controlados possuem elementos sensores. Os principais são:

- de contato;
- de proximidade;
- de carga;
- de temperatura;
- fotossensores;
- *encoders*;
- *resolvers*

*Encoders e resolvers* são usados em servo-motores.

O mau funcionamento de um sensor leva a falhas de acionamento. Pense num sistema com sensor de contato para indicar o fim de curso de um pistão hidráulico.

Ora, se o sensor estiver com defeito, simplesmente o curso do pistão não é detectado, e uma sequência programada pode ser interrompida.



Imagine um *encoder* que auxilie no controle de velocidade de um servomotor. Ora, se o encoder não fornecer os sinais eletrônicos proporcionais à velocidade do motor, este pode disparar, parar, trabalhar descontroladamente etc.

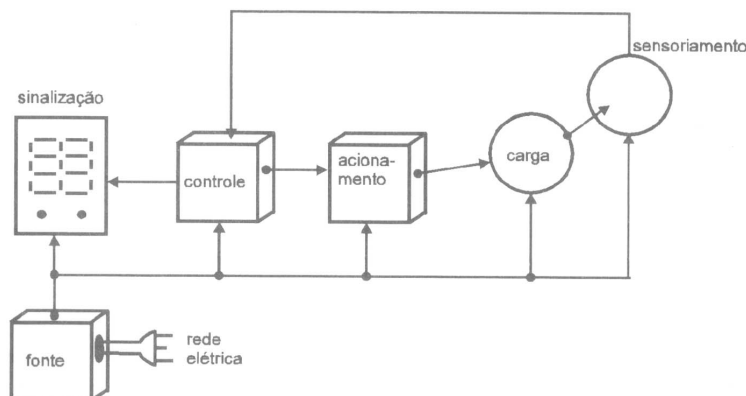
Em manutenção, as ligações elétricas entre os sensores e os demais dispositivos podem ser verificadas. Ensaios de simulação com sensores podem ser executados. Por exemplo, consideremos um fotossensor que capta a passagem de peças por uma esteira. Podemos efetuar uma simulação, introduzindo um objeto na esteira, e verificar a resposta elétrica medindo a tensão nos terminais do fotossensor diante dessa simulação. Isto é possível de ser feito porque todo sensor eletroeletrônico fornece uma variação de tensão a partir de um estímulo externo por ele reconhecido.

### SINALIZAÇÃO

São módulos que procuram fornecer sinais úteis para o operador do equipamento ou mesmo para quem vai fazer a manutenção. Os sinais normalmente são luminosos ou sonoros.

Diversos equipamentos eletrônicos possuem programas internos de autodiagnóstico. Quando uma falha é detectada, o sistema informa, podendo também dar indicações de possíveis causas, como apontar a placa defeituosa.

Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) possuem LEDs que indicam o estado das saídas (ligada / desligada). Tudo isso fornece boas pistas do que se passa com um sistema.



## AÇÕES PREVENTIVAS

Limpeza e contatos de qualidade são essenciais na prevenção de defeitos de componentes eletroeletrônicos.

Os sistemas devem estar o mais possível livres de poeira, cavacos, fumaça e outros poluentes.

Os terminais metálicos dos fios , cabos ou conectores de ligação entre os módulos devem estar livres de oxidação.

Fios, cabos e chicotes que de qualquer maneira se movimentam na máquina ou no sistema, devem ser revisados periodicamente, pois a continuidade da operação pode ser interrompida por causa da fadiga que o material condutor sofre com o tempo.

Em casos em que o problema seja crítico, as soldas dos componentes também podem ser revistas.

## DO CAMPO PARA A BANCADA

Até aqui, vimos algumas coisas que podem ser feitas no “chão da fábrica”, ao “pé da máquina” em termos de manutenção eletroeletrônica.

Quando se constata defeito em um módulo, o melhor a fazer é substituí-lo por outro em bom estado. O módulo defeituoso deve ser levado para um laboratório, com os equipamentos necessários para o conserto.

Os módulos eletrônicos são reparados de duas maneiras . Primeiro, pode-se medir as resistências elétricas de componentes suspeitos, comparar com os valores de um módulo bom e substituir os defeituosos. Tudo isso, com o módulo desligado.

O segundo caminho consiste em ligar a alimentação e, de posse de esquemas elétricos do módulo – aqui se requer um conhecimento mais profundo de eletrônica – acompanhar

as tensões elétricas ao longo dos circuitos até descobrir o(s) .....  
componente(s) causador(es) do defeito. ....

Neste caso, é útil ter o que se chama de “giga de testes”, .....  
que é um aparelho capaz de simular todo o sistema ao qual se .....  
conecta o módulo defeituoso. ....

No laboratório, além daqueles instrumentos de medidas .....  
elétricas indicados no início da aula, outros aparelhos e .....  
ferramentas são necessários, tais como: .....

- ferros de solda;
- dessoldadores;
- alicates de bico;
- alicates de corte;
- pinças para eletrônica;
- isolantes.

Além da “gigas”, outros equipamentos eletrônicos, tais .....  
como geradores de sinais eletrônicos, analisadores de sinais .....  
e computadores, aparecem nos laboratórios, dependendo da .....  
complexidade dos circuitos a reparar. ....

# Solucionando Problemas

1 ) As seguintes afirmações são feitas a respeito de um sistema eletrônico:  
A fonte de tensão fornece 8 volts quando deveria estar fornecendo 12 volts.  
A placa de controle recebe os 8 volts da fonte e não funciona adequadamente.  
Quando desligada da placa de controle, a fonte consegue fornecer 12 volts.

Analisando essas afirmações, pode-se concluir que:

- a) ( ) a fonte está com defeito;
- b) ( ) a placa de controle está com defeito;
- c) ( ) tanto a fonte quanto a placa encontram –se em bom estado, apenas não funcionam quando ligadas uma à outra;
- d) ( ) todas as ligações foram feitas de modo incorreto;
- e) tanto a fonte como a placa podem estar com defeito.

2 ) O que deve ser feito ao se constatar o defeito em um módulo?

- a) ( ) substituir por um bom e jogar fora o danificado;
- b) recuperar o módulo danificado na própria máquina;
- c) substituir por um bom e levar o danificado para o laboratório;
- d) levar o módulo danificado para o laboratório;
- e) fazer um estoque de módulos iguais.

3 ) Por meio do que os controladores lógicos programáveis (CLPs) fornecem pistas do que se passa com o sistema?

- a) das contadoras;
- b) da temperatura;
- c) dos transistores;
- d) dos LEDs;
- e) do TRIAC.

4 ) Quais as palavras que devem orientar as manutenções preventivas de componentes eletrônicos?

.....  
.....  
.....

## ANÁLISE DE FALHAS EM MÁQUINAS

As origens de falhas das máquinas estão nos danos sofridos pelas peças componentes.

A máquina nunca quebra totalmente de uma só vez, mas pára de trabalhar quando alguma parte vital de seu conjunto se danifica.

A parte vital pode estar no interior da máquina, no mecanismo de transmissão, no comando ou nos controles. Pode, também, estar no exterior, em partes rodantes ou em acessórios. Por exemplo, um pneu é uma parte rodante vital para que um caminhão funcione, assim como um radiador é um acessório vital para o bom funcionamento de um motor.

### ORIGEM DOS DANOS

A origem dos danos pode ser assim agrupada:

Erros de especificação ou de projeto – A máquina ou alguns de seus componentes não correspondem às necessidades de serviço. Nesse caso os problemas, com certeza, estarão nos seguintes fatores: dimensões, rotações, marchas, materiais, tratamentos térmicos, ajustes, acabamentos superficiais ou, ainda, em desenhos errados.

Falhas de fabricação – A máquina, com componentes falhos, não foi montada corretamente. Nessa situação pode ocorrer o aparecimento de trincas, inclusões, concentração de tensões, contatos imperfeitos, folgas exageradas ou insuficientes, empenho ou exposição de peças a tensões não previstas no projeto.

Instalação imprópria – Trata-se de desalinhamento dos eixos entre o motor e a máquina acionada. Os desalinhamentos surgem devido aos seguintes fatores:

- fundação (local de assentamento da máquina) sujeita a vibrações;
- sobrecargas;
- trincas;
- corrosão.

Manutenção imprópria – Trata-se da perda de ajustes e da eficiência da máquina em razão dos seguintes fatores:

- sujeira;
- falta momentânea ou constante de lubrificação;
- lubrificação imprópria que resulta em ruptura do filme ou em sua decomposição;
- superaquecimento por causa do excesso ou insuficiência da viscosidade do lubrificante;
- falta de reapertos;
- falhas de controle de vibrações.

Operação imprópria – Trata-se de sobrecarga, choque e vibrações que acabam rompendo o componente mais fraco da máquina. Esse rompimento, geralmente, provoca danos em outros componentes ou peças da máquina.

Salientemos que estão sendo consideradas medidas preventivas a respeito de projetos ou desenhos, mas das falhas originadas nos erros de especificação, de fábrica, de instalação, de manutenção e de operação que podem ser minimizados com um controle melhor.

As falhas são inevitáveis quando aparecem por causa do trabalho executado pela máquina. Nesse aspecto, a manutenção restringe-se à observação do progresso do plano para que se possa substituir a peça no momento mais adequado. É assim que se procede, por exemplo, com os dentes de uma escavadeira que vão se desgastando com tempo de uso.

## ANÁLISE DE DANOS E DEFEITOS

A análise de danos e defeitos de peças tem duas finalidades:

a) apurar a razão da falha, para que sejam tomadas .....  
medidas objetivando a eliminação de sua repetição; .....

b) alertar o usuário a respeito do que poderá ocorrer se a .....  
máquina for usada ou conservada inadequadamente. ....

Para que a análise possa ser bem-feita, não basta .....  
examinar a peça que acusa a presença de falhas. ....

É preciso, de fato, fazer um levantamento de como a .....  
falha ocorreu, quais os sintomas, se a falha já aconteceu em .....  
outra ocasião, quanto tempo a máquina trabalhou desde sua .....  
aquisição, quando foi realizada a última reforma, quais os .....  
reparos já feitos na máquina, em quais condições de serviço .....  
ocorreu a falha, quais foram os serviços executados .....  
anteriormente, quem era o operador da máquina e por quanto .....  
tempo ele a operou. ....

Enfim, o levantamento deverá ser o mais minucioso .....  
possível para que a causa da ocorrência fique perfeitamente .....  
determinada. ....

Evidentemente, uma observação pessoal das condições .....  
gerais da máquina e um exame do seu dossiê (arquivo ou .....  
pasta) são duas medidas que não podem ser negligenciadas. ....

O passo seguinte é diagnosticar o defeito e determinar .....  
sua localização, bem como decidir sobre a necessidade de .....  
desmontagem da máquina. ....

A desmontagem completa deve ser evitada, porque é .....  
cara e demorada, além de comprometer a produção, porém, .....  
às vezes , ela é inevitável. É o caso típico do dano causado .....  
pelo desprendimento de limalhas que se espalham pelo circuito .....  
interno de lubrificação ou pelo circuito hidráulico de uma .....  
máquina. ....

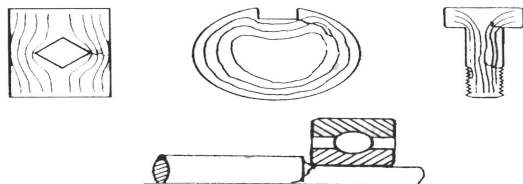
Após a localização do defeito e a determinação da .....  
desmontagem, o responsável pela manutenção deverá colocar .....  
na bancada as peças interligadas, na posição de .....  
funcionamento. Na hora da montagem não podem faltar ou .....  
sobrar peças! .....

As peças não devem ser limpas na fase preliminar e sim na fase do exame final . A limpeza deverá ser feita pelo próprio analisador, para que não se destruam vestígios que podem ser importantes. Após a limpeza, as peças devem ser etiquetadas para facilitar na identificação e na sequência de montagem da máquina.

### CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS DANOS E DEFEITOS

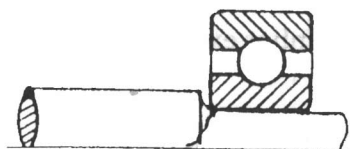
Os danos e defeitos de peças, geralmente, residem nos chamados intensificadores de tensão, e estes são causados por erro de projeto ou especificações. Se os intensificadores de tensão residem no erro de projeto, a forma da peça é o ponto crítico a ser examinado, porém, se os intensificadores de tensão residem nas especificações, estas são as que influirão na estrutura interna da peças. O erro mais freqüente na forma da peça é a ocorrência de **cantos vivos**.

As figuras mostram linhas de tensão em peças com cantos vivos. Com cantos vivos, as linhas de tensão podem se romper facilmente.



Quando ocorre mudança brusca de seção em uma peça, os efeitos são praticamente iguais aos provocados por cantos vivos. Por outro lado, se os cantos forem excessivamente suaves, um único caso é prejudicial. Trata-se do caso do excesso de raio de uma peça em contato com outra.

Por exemplo, na figura abaixo, a tensão provocada pelo canto de um eixo rolante, com excesso de raio, dará início a uma trinca que se propagará em toda sua volta.

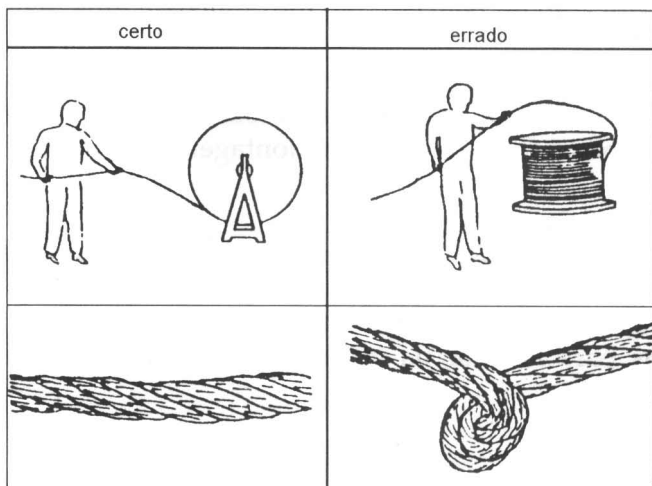




## ANÁLISE DE FALHAS E CUIDADOS COM COMPONENTES MECÂNICOS

### Cabos de aço

Os cabos de aço, ao serem instalados, não devem apresentar nós nem ser atritados na lateral de polias – por onde passarão – e muito menos no solo. Nós e atritos indesejados diminuem a vida útil dos cabos de aço.



Quando em serviço, os cabos de aço podem apresentar os seguintes defeitos: rompimento, “gaiola de passarinho”, amassamento, quebras de fios externos e ondulações.

Cabo rompido – Em caso de rompimento de um cabo novo ou seminovo e o cabo mantendo-se reto, a causa provável é o excesso de carga ou choque.

“Gaiola de passarinho” – É provocada pelo choque de alívio de tensão, ou seja quando a tensão, provavelmente excessiva, é aliviada instantaneamente. Nesse caso, o operador deverá ser treinado para operar com cabos de aço.

A figura seguinte mostra o fenômeno da “gaiola de passarinho”.



Cabo amassado – O fenômeno ocorre devido ao cruzamento de cabos sobre o tambor ou da subida deles a quina da canaleta das polias. O problema é evitado mantendo o cabo esticado, de forma tal que ele tenha um enrolamento perfeito no tambor.

Quebra de fios externos – Esse fenômeno ocorre em razão das seguintes causas:

- diâmetro da polia ou tambor excessivamente pequenos;
- corrosão;
- abrasão desuniforme;
- excesso de tempo de trabalho do cabo.

As causas de quebra de fios externos devem ser eliminadas. Para evitar a corrosão de cabos de aço, estes deverão ser lubrificados e, no caso de cabos que já atingiram o limite de vida útil, devem ser substituídos por novos. Se o problema for incompatibilidade entre o diâmetro da polia ou do tambor com o diâmetro do cabo, deve-se trocar ou o cabo, ou a polia, ou o tambor.

A figura abaixo mostra um cabo de aço com fios externos quebrados.



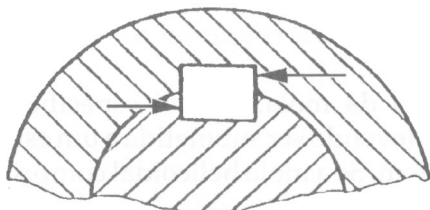
Ondulação – Trata-se de deslizamento de uma ou mais pernas por causa da fixação imprópria ou do rompimento da alma do cabo de aço. Nesse caso a fixação deverá ser corrigida.

Chavetas – Chavetas são usadas para fixar elementos dos mecanismos sobre eixos. Suas dimensões são, usualmente, mais do que suficientes para transmissão de forças existentes nas máquinas.

Na substituição de chavetas, é preciso considerar o acabamento superficial, bem como o ajuste e o arredondamento dos cantos para evitar atrito excessivo.

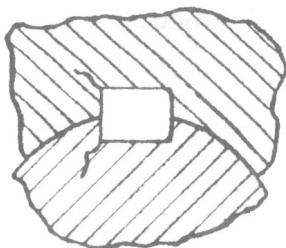
Os canais de chaveta devem estar em boas condições, principalmente quanto à perpendicularidade, pois além dos esforços de cisalhamento, as chavetas sofrem torção. O esforço de torção tende a virar as chavetas em suas sedes.

A figura abaixo mostra forças de cisalhamento atuando em uma chaveta.

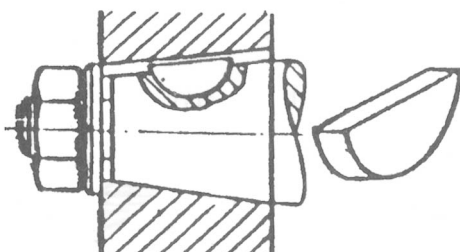


Para evitar o efeito de cunha que poderia partir o cubo do elemento colocado no eixo, a chaveta exige um perfeito ajuste no sentido lateral.

Outro ponto a observar é o acabamento dos cantos, que devem apresentar o chanfro ou o raio reto um pouco maior do que os cantos do rasgo, para evitar o surgimento de fissuras de trincas.



Em condições favoráveis, pode-se trocar uma chaveta paralela por uma do tipo meia-lua. A chaveta tipo meia-lua praticamente elimina problemas com torção, especialmente se o eixo na qual ela irá atuar for temperado.



## Molas

Uma mola devidamente especificada durará muito tempo.  
Em caso de abuso, apresentará os seguintes danos:

**Quebra** - Causada por excesso de flexão ou de torção.  
Recomenda-se aplicar um coxim ou encosto no fim do curso previsto da mola. Essa medida fará com que a mola dure mais tempo sem se quebrar.

**Flambagem** – Ocorre em molas helicoidais longas, por falta de guias. A flambagem pode ser corrigida por meio da verificação do esquadro de apoios.

Recomenda-se aplicar guia interno ou externo, devidamente lubrificado.

**Amolecimento** – Causado por superaquecimento presente no ambiente ou por esforço de flexão. Recomenda-se diminuir a frequência ou curso de flexões.

Recomenda-se, também, aplicar uma mola dupla com seção menor.

## RECOMENDAÇÕES FINAIS A RESPEITO DE MOLAS

- Evitar a sobrecarga da mola. Ela foi especificada para uma solicitação determinada, não devendo ser submetida a um esforço maior que o previsto.

- Impedir a flambagem. Se a mola helicoidal comprimida envergar no sentido lateral, providenciar uma guia.

- Evitar o desgaste não uniforme das pontas, pois isto criaria um esforço adicional não previsto.

- Testar as molas nas revisões periódicas da máquina e trocar as molas que estiverem enfraquecidas.

- Evitar as tentativas de consertar a mola quebrada, esticando-a, por exemplo. A tentativa será inútil. Somente em caso de quebra das pontas de molas muito pesadas é possível o conserto. Nesse caso, soldam-se as pontas quebradas com eletrodo rico em cromo.

- As molas helicoidais podem ser enroladas a frio, desde que o arame de aço não ultrapasse 13 mm de diâmetro.

# Solucionando Problemas

**1 ) Erros de especificações, falhas de fabricação, instalação imprópria, manutenção imprópria e operação são fatores que dão origem:**

- a)  aos danos;
- b)  às tricas, nas chavetas;
- c)  às fendas, nos eixos;
- d)  à elasticidade natural das molas;
- e)  às rupturas exclusivas dos cabos de aço.

**2 ) É um exemplo de intensificador de tensão:**

- a)  uma chaveta lubrificada;
- b)  os cantos vivos em eixos;
- c)  um cabo de aço enrolado e solto no solo;
- d)  um furo redondo em um bloco;
- e)  uma mola helicoidal corretamente aplicada.

**3 ) Pode-se evitar o surgimento da “gaiola de passarinho” em um cubo de aço quando:**

- a)  ele for protegido com óleo;
- b)  suas guias forem esféricas;
- c)  a fixação do seu cabo for corrigido;
- d)  o operador receber treinamento adequado para seu manuseio;
- e)  estiver constantemente tracionado.

**4 ) Uma mola pesada, com pontas quebradas, pode ser consertada usando solda elétrica, desde que o eletrodo tenha um alto teor de :**

- a)  silício;
- b)  cromo;
- c)  estanho;
- d)  prata;
- e)  bronze.

**5 ) A flambagem ocorre em molas helicoidais, por falta de guia. Nesse caso, as molas helicoidais são:**

- a)  de diâmetro superior a 13 mm;
- b)  curtas;
- c)  praticamente sem elasticidade;
- d)  sempre soldáveis;
- e)  longas.

**6 ) A aplicação de uma mola dupla com seção menor é sempre recomendável para evitar:**

- a)  o nó;
- b)  o amassamento;
- c)  a flambagem;
- d)  o amolecimento;
- e)  o aquecimento.

# USO DE FERRAMENTAS

## FERRAMENTAS DE APERTO E DESAPERTO

Em manutenção mecânica, é comum se usar ferramentas de aperto e desaperto em parafusos e porcas.

Para cada tipo de parafuso e de porca, há uma correspondente chave adequada às necessidades do trabalho a ser realizado. Isso ocorre porque tanto as chaves quanto as porcas e os parafusos são fabricados dentro de normas padronizadas mundialmente.

Pois bem, para assegurar o contato máximo entre as fases da porca e as faces dos mordentes das chaves de aperto e desaperto, estas deverão ser introduzidas a fundo e perpendicularmente ao eixo do parafuso ou rosca.

No caso de parafusos ou porcas com diâmetros nominais de até 16 mm, a ação de uma mão na extremidade do cabo da chave é suficiente para o travamento necessário. Não se deve usar prolongadores para melhorar a fixação, pois essa medida poderá contribuir para a quebra da chave ou rompimento do parafuso.

Vejam, agora, as principais ferramentas de aperto e desaperto utilizadas na manutenção mecânica envolvendo parafusos, porcas tubos e canos.

### Chave fixa

A chave fixa, também conhecida pelo nome de chave de boca fixa, é utilizada para apertar ou afrouxar porcas e parafusos de perfil quadrado ou sextavado. Pode apresentar uma ou duas bocas com medidas expressas em milímetros ou polegadas.



Dotted lines for writing notes.

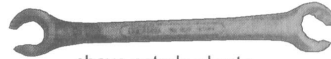
### Chave estrela

Esta ferramenta tem o mesmo campo de aplicação da chave de boca fixa, porém diversifica-se em termos de modelos, cada qual para um uso específico.

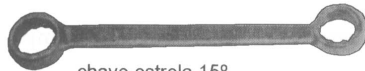
Por ser totalmente fechada, abraça de maneira mais segura o parafuso ou porca.



chave estrela 45°



chave estrela aberta



chave estrela 15°



chave estrela para motor de arranque

### Chave combinada

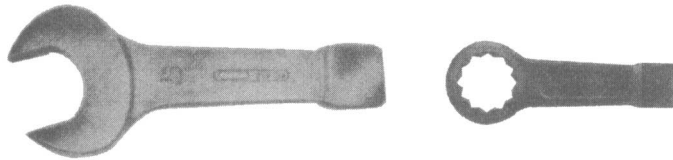
A chave combinada também recebe o nome de chave de boca combinada. Sua aplicação envolve trabalhos com porcas e parafusos, sextavados ou quadrados. A chave combinada é extremamente prática, pois possui em uma das extremidades uma boca fixa, e na outra extremidade uma boca estrela. A vantagem desse tipo de chave é facilitar o trabalho, porque se uma das bocas não puder ser utilizada em parafusos ou porcas de difícil acesso, a outra boca poderá resolver o problema.



Chaves fixas, chaves estrelas e chaves combinadas não devem ser batidas com martelos. Se martelarmos essas chaves, o risco de quebrá-las é alto. Se houver necessidade de martelar uma chave de aperto e desaperto para retirar um parafuso ou uma porca de um alojamento, deve-se usar as chamadas chaves de bater, que são apropriadas para receber impactos.

### Chaves de bater

Há dois tipos de chaves de bater: a chave fixa de bater e a chave estrela de bater. São indicadas para trabalhos pesados. Possuem em uma de suas extremidades reforço para receber impactos de martelos ou marretas, conforme seu tamanho.



### Chave soquete

Dentro da linha de ferramentas mecânicas, este tipo é o mais amplo e versátil, em virtude da gama de acessórios oferecidos, que tornam a ferramenta prática. Os soquetes podem apresentar o perfil sextavado ou estriado e adaptam-se facilmente em catracas, manivelas, juntas universais etc., pertencentes à categoria de acessórios.

Dentro da categoria de soquetes, há os de impacto que possuem boca sextavada, oitavada, quadrada e tangencial, com ou sem ímã embutido. Esses soquetes são utilizados em parafusadeiras, em chaves de impacto elétricas ou pneumáticas, pois apresentam paredes reforçadas.

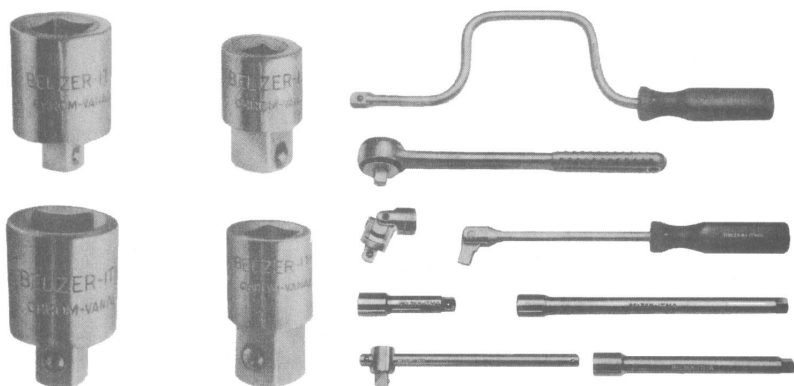
Os soquetes de impacto apresentam concentricidade perfeita, o que reduz ao mínimo as vibrações provocadas pela alta rotação das máquinas onde são acoplados.

Os soquetes comuns não devem ser utilizados em máquinas elétricas ou pneumáticas, pois não resistem às altas velocidades e aos esforços tangenciais provocados pelas máquinas em rotação.

A chave soquete, pela sua versatilidade, permite alcançar parafusos e porcas em locais onde outros tipos de chaves não chegam.



A seguir, alguns soquetes e acessórios que, devidamente acoplados, resultam em chaves soquete.

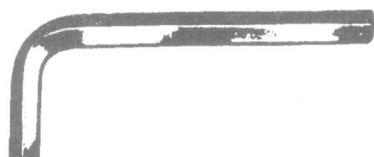


### Chave Allen

A chave Allen, também conhecida pelo nome de chave hexagonal ou sextavada, é utilizada para fixar ou soltar parafusos com sextavados internos.

O tipo de chave Allen mais conhecido apresenta o perfil do corpo em L, o que possibilita o efeito de alavanca durante o aperto ou desaperto de parafusos.

Antes de usar uma Allen, deve-se verificar se o sextavado interno do parafuso encontra-se isento de tinta ou sujeira. Tinta e sujeira impedem o encaixe perfeito da chave e podem causar acidentes em quem estiver manuseando.



### Chave de fenda phillips

A extremidade da haste, oposta ao cabo, nesse modelo de chave tem a forma em cruz. Esse formato é ideal para os parafusos Phillips que apresentam fendas cruzadas.

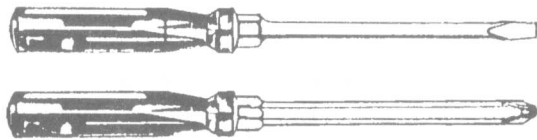


Há também no mercado a chave Phillips angular dupla, conforme figura abaixo.



#### Chave de fenda com sextavado

É uma ferramenta utilizada em mecânica para apertar e soltar parafusos grandes quando se exige o emprego de muita força. Com o sextavado na haste, o operador pode, usando uma chave de boca fixa, aumentar o torque da ferramenta sem precisar de maior esforço. Esse modelo também é encontrado com a fenda cruzada (modelo Phillips).

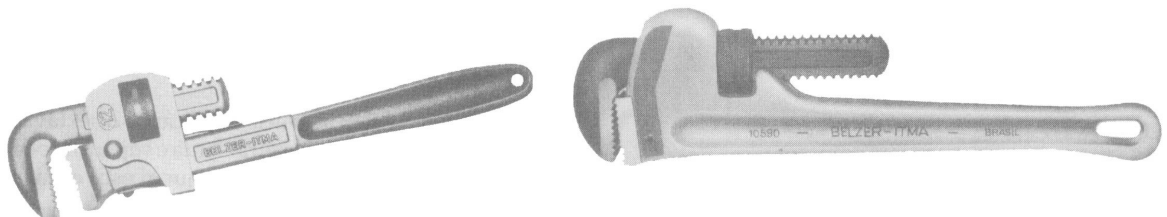


Tanto as chaves de fenda Phillips quanto as chaves de fenda com sextavado não devem ser utilizadas como talhadeiras ou alavancas.

#### Chaves para canos e tubos

A chave para canos é também conhecida pelos seguintes nomes: chave Grifo e chave stillson. É uma ferramenta específica para instalação e manutenção hidráulica. Sendo regulável, a chave para canos é uma ferramenta versátil e de fácil manuseio.

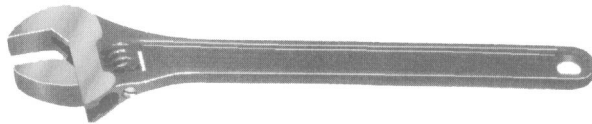
A chave para tubos, também conhecida pelo nome de "HEAVY-DUTY", é semelhante à chave para canos, porém mais pesada. Presta-se a serviços pesados.



*Tanto a chave para canos quanto a chave para tubos não devem ser usadas para apertar ou soltar porcas.*

### Chave de boca ajustável

Esta ferramenta tem uma aplicação universal. É muito utilizada na mecânica, em trabalhos domésticos e em serviços como montagem de torres e postes de eletrificação, e elementos de fixação roscados. A chave de boca ajustável não deve receber marteladas e nem prolongador no cabo para aumentar o torque.



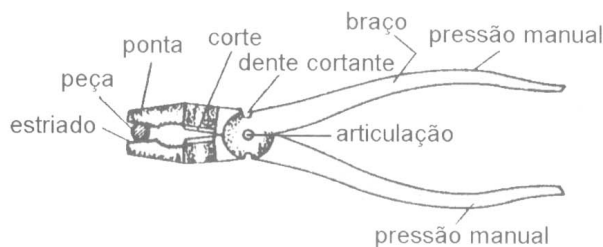
No universo mecânico há muitas outras chaves de aperto e desaperto, e mais detalhes poderão ser encontrados nos catálogos dos fabricantes. Vejamos, agora, uma família de ferramentas muito empregadas em trabalhos mecânicos: os alicates.

Alicate pode ser definido como uma ferramenta de aço forjado composta de dois braços e um pino de articulação. Em uma das extremidades de cada braço existem garras, cortes e pontas que servem para segurar, cortar, dobrar, colocar e retirar peças de determinadas montagens. Existem vários modelos de alicate, cada um adequado a um tipo de trabalho.

### Alicate universal

É o modelo mais conhecido e usado de toda família de alicates. Os tipos existentes no mercado variam principalmente no acabamento e formato da cabeça. Os braços podem ser plastificados ou não. Quanto ao acabamento, esse alicate pode ser oxidado, cromado, polido ou simplesmente lixado.

Quanto à resistência mecânica, o alicate universal pode ser temperado ou não. Quanto ao comprimento, as medidas de mercado variam de 150 mm a 255 mm.

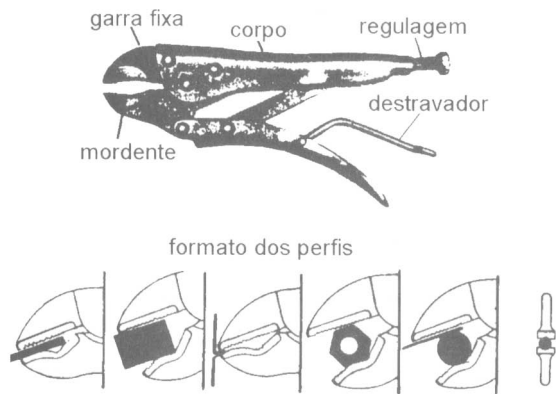


O alicate universal é utilizado para segurar, cortar e dobrar.

### Alicate de pressão

É uma ferramenta manual destinada a segurar, puxar, dobrar e girar objeto de formatos variados. Em trabalhos leves, tem a função de uma morsa. Possui regulagem de abertura das garras e variação no tipo de mordente, segundo o fabricante.

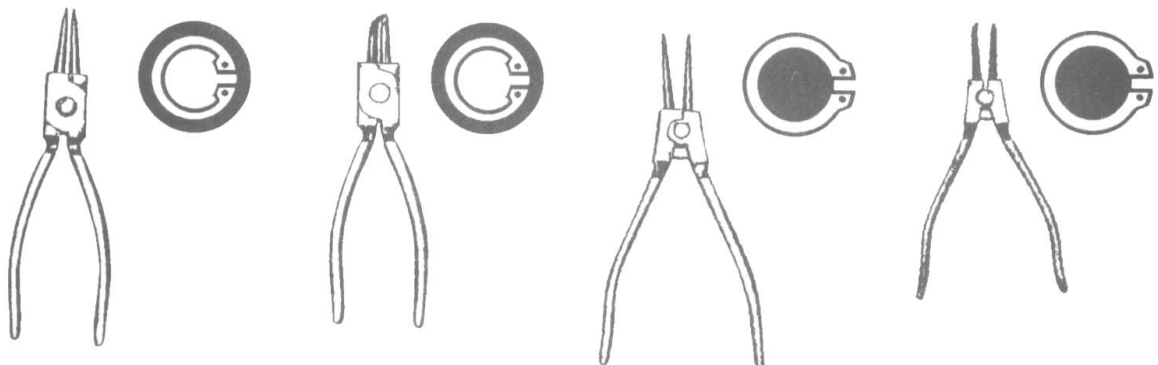
Observe um alicate de pressão e os formatos dos perfis de algumas peças que ele pode prender.



### Alicates para anéis de segmento interno e externo

É uma ferramenta utilizada para remover anéis de segmento, também chamados de anéis de segurança ou anéis elásticos. O uso desses alicates exige bastante atenção, pois suas pontas, ao serem introduzidas nos furos dos anéis, podem fazer com que eles escapem abruptamente, atingindo pessoas que estejam por perto.

Os alicates para anéis de segmento interno e externo podem apresentar as pontas retas ou curvas.



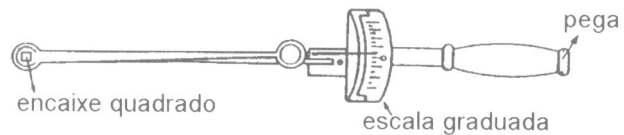
Medindo apertos de parafusos e porcas

Quando é necessário medir o aperto de um parafuso ou porca, a ferramenta indicada é o torquímetro. O uso do torquímetro evita a formação de tensões e a consequência de deformação das peças em serviço.

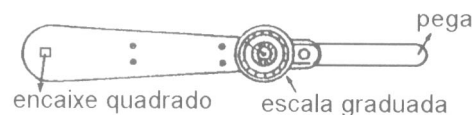
O torquímetro trabalha com as seguintes unidades de medidas: newton. Metro (N . m); libra-força. Polegada(Lbf . in); quilograma-força . Metro (Kgf . m). Ao usar o torquímetro, é importante verificar se o torque é dado em parafuso seco ou lubrificado.

As figuras a seguir mostram alguns tipos de torquímetros.

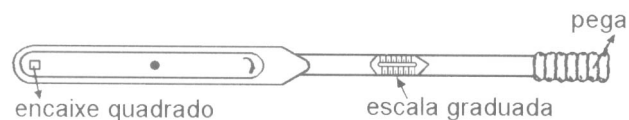
indicador de escala



relógio



automático



Os torquímetros devem ser utilizados somente para efetuar o aperto final de parafusos, sejam eles de rosca direta ou esquerda. Para encostar o parafuso ou porca, deve-se usar outras chaves.

Para obter maior exatidão na medição, é conveniente lubrificar previamente a rosca antes de se colocar e apertar o parafuso ou a porca.

Os torquímetros jamais deverão ser utilizados para afrouxar, pois se a porca ou parafuso estiver danificado, o torque aplicado poderá ultrapassar o limite da chave, produzindo danos ou alterando a sua exatidão.

Os torquímetros, embora robustos, possuem componentes relativamente sensíveis (ponteiro, mostrador, escala) e por isso devem ser protegidos contra choques violentos durante o uso.

## Recomendações finais

As características originais das ferramentas devem ser mantidas, por isso não devem ser aquecidas, limitadas ou esmerilhadas.

Se um mecânico de manutenção necessitar de uma ferramenta que tenha uma espessura mais fina ou uma inclinação especial, ele deverá projetar um novo modelo de ferramenta ou então modificar o projeto da máquina para que, em futuras manutenções, possa usar as ferramentas existentes no mercado.

Para aumentar a segurança quando usa ferramentas de aperto e desaperto, o mecânico de manutenção experiente aplica a força em sua direção, evitando o deslocamento do próprio corpo. Ele mantém o equilíbrio corporal deixando os pés afastados e a mão livre apoiada sobre a peça.

O bom mecânico de manutenção lubrifica as ferramentas de trabalho e guarda-as em locais apropriados, conservando-as.

# Solucionando Problemas

1 ) As medidas das porcas, parafusos e chaves apresentam sempre uma compatibilidade porque são peças:

- a) ( ) padronizadas;
- b) ( ) conferidas;
- c) ( ) moldadas;
- d) ( ) formatadas;
- e) ( ) estriadas.

2 ) Para travar um parafuso ou porca, com diâmetro nominal de até 16 mm, devemos segurar a extremidade do cabo da chave de aperto com:

- a) ( ) as duas mãos;
- b) ( ) uma das mãos;
- c) ( ) um prolongador;
- d) ( ) um esticador;
- e) ( ) uma porca.

3 ) Os soquetes e seus acessórios ajudam a retirada de parafusos localizados em pontos de difícil acesso ou em espaços:

- a) ( ) muito grandes;
- b) ( ) rebaixados;
- c) ( ) elevados;
- d) ( ) muito pequenos;
- e) ( ) nulos.

4 ) Para fixar ou retirar parafuso com sextavado interno, recomenda-se usar a chave tipo:

- a) ( ) estrela;
- b) ( ) combinada;
- c) ( ) fixa;
- d) ( ) Allen;
- e) ( ) fenda simples.

5 ) Para medir o aperto de parafusos e porcas recomenda-se usar a seguinte ferramenta:

- a) ( ) o alicate de pressão;
- b) ( ) o alicate universal;
- c) ( ) a chave de bater;
- d) ( ) a chave para tubos;
- e) ( ) o torquímetro.

## TÉCNICAS DE DESMONTAGEM DE ELEMENTOS MECÂNICOS

### DESMONTAGEM

Em geral, uma máquina ou equipamento industrial instalado corretamente, funcionando nas condições especificadas pelo fabricante e recebendo cuidados periódicos do serviço de manutenção preventiva é capaz de trabalhar, sem problemas, por muitos anos.

Entretanto, quando algum dos componentes falha, seja por descuido na operação, seja por deficiência na manutenção, é necessário identificar o defeito e eliminar suas causas.

No caso de máquinas mais simples, é relativamente fácil identificar o problema e providenciar sua eliminação, porém, quando se trata de máquinas mais complexas, a identificação do problema e sua remoção exigem, do mecânico de manutenção, a adoção de procedimentos sequenciais bem distintos.

O primeiro fato a ser considerado é que deve desmontar uma máquina antes da análise dos problemas. A análise, como já foi visto em aulas anteriores, deve ser baseada no relatório do operador, no exame da ficha de manutenção da máquina e na realização de testes envolvendo os instrumentos de controle.

Salientemos, novamente, que a desmontagem completa de uma máquina deve ser evitada sempre que possível, porque demanda gasto de tempo com a consequente elevação dos custos, uma vez que a máquina encontra-se indisponível para a produção.

Agora, se a desmontagem precisar ser feita, há uma seqüência de procedimentos a ser observada:

- desligar os circuitos elétricos;
- remover as peças externas, feitas de plástico, borracha ou couro;



- limpar a máquina;
- drenar os fluidos;
- remover os circuitos elétricos;
- remover alavancas, mangueiras, tubulações, cabos;
- calçar os componentes.

Essa seqüência de procedimentos fundamenta-se nas seguintes razões:

a) É preciso desligar, antes de tudo, os circuitos elétricos para evitar acidentes. Para tanto, basta desligar a fonte de alimentação elétrica ou, dependendo do sistema, remover os fusíveis.

b) A remoção das peças externas consiste na retirada das proteções de guias, barramentos e raspadores de óleo. Essa remoção é necessária para facilitar o trabalho de desmonte.

c) A limpeza preliminar da máquina evita interferências das sujeiras ou resíduos que poderiam contaminar componentes importantes e delicados.

d) É necessário drenar reservatórios de óleos lubrificantes e refrigerantes para evitar possíveis acidentes e o espalhamento desses óleos no chão ou na bancada de trabalho.

e) Os circuitos elétricos devem ser removidos para facilitar a desmontagem e limpeza do setor. Após a remoção, devem ser revistos pelo setor de manutenção elétrica.

f) Os conjuntos mecânicos pesados devem ser calçados para evitar o desequilíbrio e a queda de seus componentes, o que previne acidentes e danos às peças.

Obedecida a seqüência desses procedimentos, o operador deverá continuar com a desmontagem da máquina, efetuando as seguintes operações:

1. Colocar desoxidantes nos parafusos, pouco antes de removê-los. Os desoxidantes atuam sobre a ferrugem dos parafusos, facilitando a retirada deles. Se a ação dos desoxidantes não for eficiente, pode-se aquecer os parafusos com chama de um aparelho de solda oxiacetilênica.

2. Para desapertar os parafusos, a seqüência é a mesma que a adotada para os apertos. A tabela a seguir mostra a seqüência de apertos. Conhecendo a seqüência de apertos, sabe-se a seqüência dos desapertos.

NÚMERO E DISPOSIÇÃO DOS PARAFUSOS	ORDEM DE APERTO DAS SÉRIES EMPREGANDO O MÉTODO DE APERTOS SUCESSIVOS	OBSERVAÇÕES
<p>1 aperto ① ②</p> <p>2 aperto ① ②</p>	Apertos sucessivos alternados (metade do esforço de aperto)	Por meio de apertos sucessivos, até metade dos esforços de aperto, evita-se o encurvamento.
<p>① ② ③</p> <p>③ ② ①</p>	Apertos alternados (metade do esforço de aperto)	Também no caso de três parafusos evita-se o encurvamento da peça com apertos sucessivos alternados.
<p>① ② ④ ③</p> <p>1 aperto</p> <p>① ③ ② ④</p> <p>2 aperto</p>	Apertos sucessivos cruzados	Para quatro ou mais parafusos, o aperto final é efetuado com a força total de aperto após todos os parafusos estarem encostados.
<p>① ② ③ ⑥ ④ ⑤</p> <p>① ④ ③ ⑥ ② ⑤</p>	Apertos sucessivos cruzados	O aperto em linha (1), (2), (3) etc. dá origem a encurvamento.
<p>① ② ③ ④ ⑦ ⑧ ⑤ ⑥</p> <p>① ⑤ ③ ⑦ ④ ⑧ ② ⑥</p>	Apertos sucessivos cruzados	No aperto de juntas estanques, com material de vedação, é permitido utilizar outras ordens de aperto.

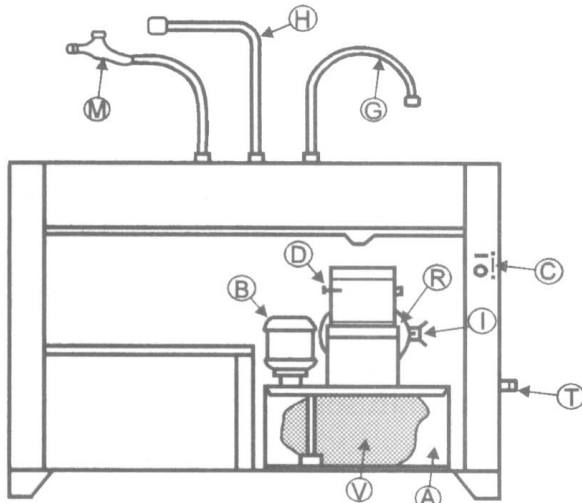
É importante obedecer à orientação da tabela para que o aperto dos elementos de fixação seja adequado ao esforço a que eles podem ser submetidos. Um aperto além do limite pode causar deformação e desalinhamento no conjunto de peças.

3. Identificar a posição do componente da máquina antes da sua remoção. Assim, não haverá problema de posicionamento.

4. Remover e colocar as peças na bancada, mantendo-as na posição correta de funcionamento. Isto facilita a montagem e, se for caso, ajuda na confecção de croquis.

5. Lavar as peças no lavador, usando querosene. Essa limpeza permite identificar defeitos ou falhas nas peças como trincas, desgastes etc.

A lavagem de peças deve ser feita com o auxílio de uma máquina de lavar e pincéis com cerdas duras. A figura ao lado mostra o esquema de uma máquina de lavar peças que é encontrada no comércio.



Lista de peças para máquina de lavar peças.

- |   |   |
|---|---|
| A - Gaveta do líquido A1 30 l / A2 50 l | I - Porca de aperto do estojo do filtro |
| B - Motobomba elétrica                  | M - Bico de ar                          |
| C - Botão de comando (liga-desliga)     | R - Estojo do filtro metálico           |
| D - Tubo de filtragem                   | T - Acoplador de ar 1/4 BSP             |
| G - Mangueira para o líquido            | V - Tela da gaveta do líquido           |
| H - Suporte regulável                   |   |

A seqüência de operações para a lavagem de peças é a seguinte:

- a) Colocar as peças dentro da máquina de lavar, contendo querosene filtrado e desodorizado. Não utilizar óleo diesel, gasolina, tiner ou álcool automotivo, pois são substâncias que em contato com a pele podem provocar irritações.
- b) Limpar as peças – dentro da máquina de lavar – com pincel de cerdas duras para remover as partículas e crostas mais espessas.
- c) Continuar lavando as peças com querosene para retirar os resíduos finais de partículas.
- d) retirar as peças de dentro da máquina e deixar o excesso de querosene aderido escorrer por alguns minutos. Esse excesso deve-se ser recolhido dentro da própria máquina de lavar.

Durante a lavagem de peças, as seguintes medidas de segurança deverão ser observadas:

- utilizar óculos de segurança;

- manter o querosene sempre limpo e filtrado; .....
  - decantar o querosene, uma vez por semana, se as .....
- lavagens forem freqüentes; .....
- manter a máquina de lavar em ótimo estado de .....
- conservação; .....
- limpar o piso e outros locais onde o querosene tiver .....
- respingado; .....
- lavar as mãos e os braços, após o término das .....
- lavagens, para evitar problemas na pele; .....
- manter as roupas limpas e usar, sempre, calçados .....
- adequados. ....
- e) Separar as peças lavadas em lotes, de acordo com .....
- o estado em que se apresentam, ou seja: .....
- lote 1- peças perfeitas e, portanto, reaproveitáveis. ....
- lote 2- peças que necessitam de recondicionamento. ....
- lote 3- peças danificadas que devem ser substituídas. ....
- lote 4- peças a serem examinadas no laboratório. ....

#### Secagem rápida das peças .....

Usa-se ar comprimido para secar as peças com rapidez. ....

Nesse caso, deve-se proceder da seguinte forma: .....

- regular o manômetro ao redor de 4 bar, que .....

corresponde à pressão ideal para a secagem; .....

- jatear (soprar) a peça de modo que os jatos de ar .....

atinjam-na obliquamente, para evitar o agravamento de trincas .....

existentes. O jateamento deverá ser aplicado de modo .....

intermitente para não provocar turbulências. ....

#### Normas de segurança no uso de ar comprimido .....

- a) Evitar jatos de ar comprimido no próprio corpo e .....
- nas roupas. Essa ação imprudente pode provocar a entrada .....
- de partículas na pele, boca, olhos, nariz e pulmões, causando .....
- danos à saúde. ....
- b) Evitar jatos de ar comprimido em ambiente com .....
- excesso de poeira e na limpeza de máquinas em geral. Nesse .....
- último caso, o ar pode levar partículas abrasivas para as guias .....
- e mancais, acelerando o processo de desgaste por abrasão. ....
- c) Utilizar sempre óculos de segurança. ....

## Manuais e croqui

Geralmente as máquinas são acompanhadas de manuais que mostram desenhos esquematizados dos seus componentes. O objetivo dos manuais é orientar quem for operá-las e manuseá-las nas tarefas do dia-a-dia.

Entretanto, certas máquinas antigas ou de procedência estrangeira são acompanhadas de manuais de difícil interpretação. Nesse caso, é recomendável fazer um croqui (esboço) dos conjuntos desmontados destas máquinas, o que facilitará as operações posteriores de montagem.

## Atividades pós-desmontagem

Após a desmontagem, a lavagem, o secamento e a separação das peças em lotes, deve-se dar início à correção das falhas ou defeitos.

As atividades de correção mais comuns são as seguintes:

- confecção de peças;
- substituição de elementos mecânicos;
- substituição de elementos de fixação;
- rasqueteamento;
- recuperação de roscas;
- correção de erros de projeto;
- recuperação de chavetas.

# Solucionando Problemas

Assinale com X a alternativa correta.

## Exercício 1

A desmontagem de uma máquina deve ser efetuada:

- a)  antes do problema ser identificado;
- b)  depois do problema ser identificado;
- c)  assim que ela parar de funcionar;
- d)  depois que o diretor autorizar;
- e)  assim que ela for assentada.

## Exercício 2

Identificam-se falhas de uma máquina com base no relatório do operador, na ficha de manutenção e nos testes dos seguintes elementos:

- a)  ferramentas de desmontagem;
- b)  instrumentos de medida;
- c)  ferramentas de manutenção;
- d)  instrumentos de controle;
- e)  chaves de aperto e torquímetros.

## Exercício 3

Deve-se evitar a desmontagem completa de uma máquina pelos seguintes motivos:

- a)  risco de falhas e de quebra da máquina;
- b)  perda de tempo e risco de falhas;
- c)  demora e prejuízo na produção;
- d)  desgaste da máquina e retrabalho;
- e)  aparecimento de trincas, fendas e sujidades.

## Exercício 4

Na operação de desmontagem de uma máquina, o primeiro procedimento deve ser o seguinte:

- a)  remover os circuitos elétricos;
- b)  limpar a máquina;
- c)  drenar os fluidos;
- d)  calçar os componentes pesados;
- e)  desligar os circuitos elétricos.

# Solucionando Problemas

## Exercício 5

Antes de retirar os parafusos de uma máquina, convém eliminar a oxidação por meio de :

- a)  água misturada com álcool;
- b)  lubrificantes;
- c)  detergentes domésticos;
- d)  desoxidantes;
- e)  ácidos ou álcalis.

## Exercício 6

O melhor solvente para lavar peças é:

- a)  o óleo diesel;
- b)  a gasolina;
- c)  o tiner;
- d)  o álcool automotivo;
- e)  o querosene.

## Exercício 7

Para secagem rápida de peças lavadas recomenda-se usar:

- a)  ar comprimido;
- b)  secadores elétricos;
- c)  estufas elétricas;
- d)  flanelas e estopas;
- e)  a luz solar das 12 horas.

## Exercício 8

Na desmontagem de máquinas antigas ou importadas, é importante que o mecânico de manutenção:

- a)  tire fotografias da máquina em vários ângulos;
- b)  desenhe a máquina em papel-vegetal;
- c)  use tabelas normalizadas de parafusos e porcas;
- d)  construa as ferramentas necessárias para a tarefa;
- e)  faça um esboço ou croqui dos conjuntos desmontados.

# MONTAGEM DE CONJUNTOS MECÂNICOS

## OBJETIVO DA MONTAGEM

A montagem tem por objetivo maior a construção de um todo, constituído por uma série de elementos que são fabricados separadamente.

Esses elementos devem ser colocado em uma seqüência correta, isto é, montados segundo normas preestabelecidas, para que o todo seja alcançado e venha a funcionar adequadamente. Em manutenção mecânica, esse todo é representado pelos conjuntos mecânicos que darão origem às máquinas e equipamentos.

A montagem de conjuntos mecânicos exige a aplicação de uma série de técnicas e cuidados por parte do mecânico de manutenção. Além disso, o mecânico de manutenção deverá seguir, caso existam, as especificações dos fabricantes dos componentes a serem utilizados na montagem dos conjuntos mecânicos.

Outro cuidado que o mecânico de manutenção deve ter, quando se trata da montagem de conjuntos mecânicos, é controlar a qualidade das peças a serem utilizadas, sejam elas novas ou recondicionadas. Nesse aspecto, o controle de qualidade envolve a conferência da peça e suas dimensões.

Sem controle dimensional ou sem conferência para saber se a peça é realmente a desejada e se ela não apresenta erros de construção, haverá riscos para o conjunto a ser montado. De fato, se uma peça dimensionalmente defeituosa ou com falhas de construção for colocada em um conjunto mecânico, poderá produzir outras falhas e danos em outros componentes.

## RECOMENDAÇÕES PARA A MONTAGEM

1. Verificar se todos os elementos a serem montados encontram-se perfeitamente limpos, bem como o ferramental.

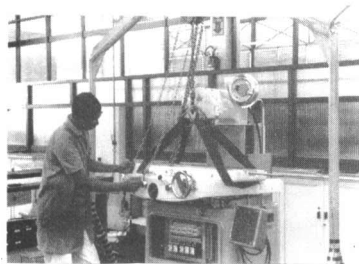


2. Examinar os conjuntos a serem montados para se ter uma idéia exata a respeito das operações a serem executadas.



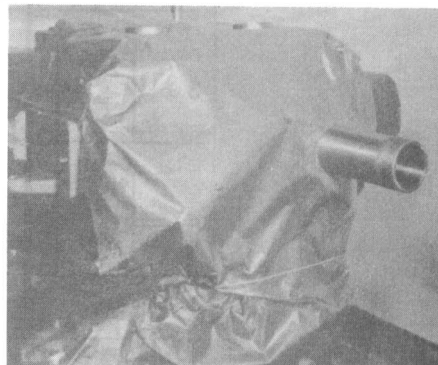
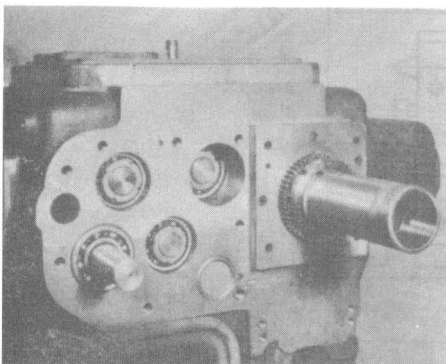
3. Consultar planos ou normas de montagem, caso existam.

4. Examinar em primeiro lugar a ordem de colocação das diferentes peças antes de começar a montagem, desde que não haja planos e normas relativas à montagem.

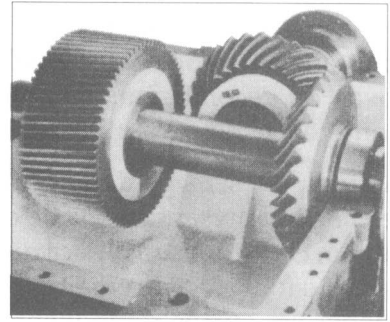


5. Verificar se nos diferentes elementos mecânicos há pontos de referência. Se houver, efetuar a montagem segundo as referências existentes.

6. Evitar a penetração de impurezas nos conjuntos montados, protegendo-os adequadamente.



7. Fazer testes de funcionamento dos elementos, conforme a montagem for sendo realizada, para comprovar o funcionamento perfeito das partes. Por exemplo, verificar se as engrenagens estão se acoplando sem dificuldade. Por meio de testes de funcionamento dos elementos, é possível verificar se há folgas e se os elementos estão dimensionalmente adequados e colocados nas posições corretas.



8. Lubrificar as peças que se movimentam para evitar desgastes precoces causados pelo atrito dos elementos mecânicos.

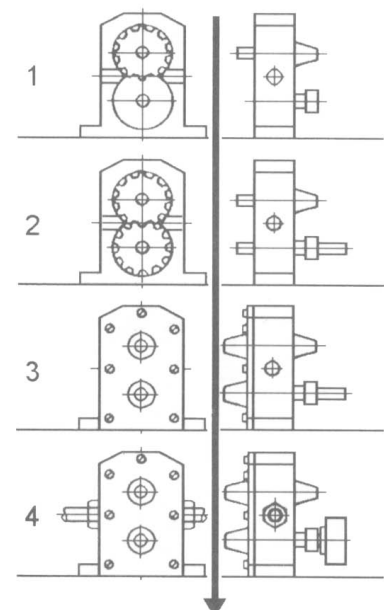
## MÉTODOS PARA REALIZAÇÃO DA MONTAGEM

Nos setores de manutenção mecânica das indústrias, basicamente são aplicados dois métodos para se fazer a montagem de conjuntos mecânicos: a montagem peça a peça e a montagem em série.

### Montagem peça a peça

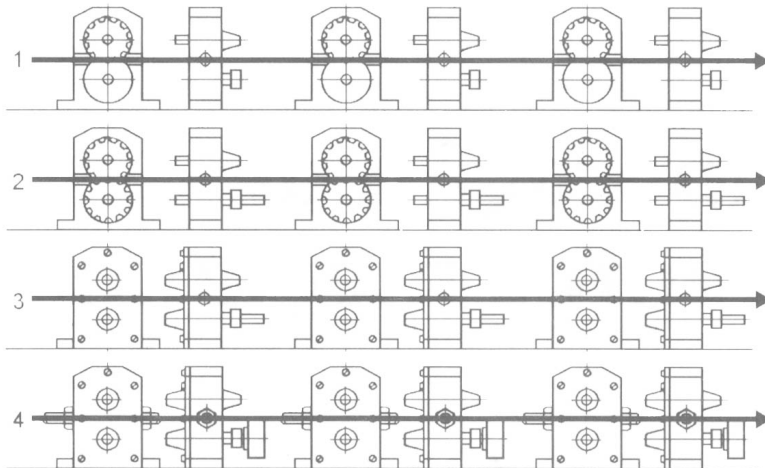
A montagem peça a peça é efetuada sobre bancadas. Como exemplo, a figura mostra a seqüência de operações a serem realizadas para a montagem de uma bomba de engrenagens.

Como todas as peças já estão ajustadas, a atividade de montagem propriamente dita se limita a uni-las ordenadamente. Um controle de funcionamento indicará se será preciso fazer correções.



## Montagem em série

A figura seguinte, a título de exemplo, mostra a seqüência de operações a serem realizadas para a montagem de uma série de bombas de engrenagem.



Caso não haja manual de instruções ou esquema de montagem, deve-se proceder da seguinte forma:

- Fazer uma análise detalhada do conjunto antes de desmontá-lo.
- Fazer um croqui mostrando como os elementos serão montados no conjunto.
- Anotar os nomes dos elementos à medida que vão sendo retirados do conjunto.

A montagem deve ser baseada no croqui e nas anotações feitas anteriormente, invertendo-se a seqüência de desmontagem.

# Solucionando Problemas

Assinale com X a alternativa correta.

## Exercício 1

Entre os cuidados necessários na montagem de um conjunto mecânico, recomenda-se controlar a:

- a)  qualidade das peças novas e recondicionadas;
- b)  perfeita existência de vácuo nos alojamentos;
- c)  qualidade das partículas metálicas provenientes dos desgastes;
- d)  qualidade das gaxetas e flanges;
- e)  ausência total de óleos e graxas.

## Exercício 2

Na montagem de conjuntos mecânicos recomenda-se:

- a)  montar os conjuntos e depois fazer a verificação do funcionamento;
- b)  fazer os testes de funcionamento durante a montagem;
- c)  iniciar pelas peças maiores;
- d)  iniciar pelas peças menores;
- e)  não lubrificar peças que executam movimentos relativos entre si.

## Exercício 3

Basicamente, quais são os métodos adotados para a montagem de conjuntos mecânicos?

.....

.....

.....

.....

.....

## Exercício 4

O que deve ser feito para evitar o atrito dos elementos mecânicos montados?

.....

.....

.....

.....