

Manutenção Mecânica



Coordenação de Programa Formare	Beth Callia
Coordenação Pedagógica	Zita Porto Pimentel
Coordenação da Área Técnica – UTFPR	Alfredo Vrubel
Elaboração e edição	VERIS Educacional S.A. Rua Vergueiro, 1759 2º andar 04101 000 São Paulo SP www.veris.com.br
Coordenação Geral	Marcia Aparecida Juremeira Conrado Rosiane Aparecida Marinho Botelho
Coordenação Técnica deste caderno	Francisco Carlos D’Emilio Borges
Revisão Pedagógica	Nizi Voltareli Morselli
Autoria deste caderno	Hamilton César Lúcia Paulo Rogério Borges
Produção Gráfica	Amadeu dos Santos Eliza Okubo Aldine Fernandes Rosa
Apoio	MEC – Ministério da Educação FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação PROEP – Programa de Expansão da Educação Profissional

M68 Lúcia, Hamilton César

Manutenção Mecânica: Projeto Formare / Hamilton César Lúcia ; Paulo Rogério Borges – São Paulo: Veris Educacional, 2007. 196p. :il. Color.:30cm. (Fundação Iochpe / Cadernos Formare)

Inclui exercícios e glossário
Bibliografia

ISBN 00-00000-00-0

1. Ensino Profissional 2. Produção e Montagem Mecânica
3. Ética Profissional 4. Operações manuais de montagem 5. Soldagem em Manutenção 6. Montagem: conceitos e planejamento 7. Técnicas de Manutenção 8. Manutenção de Conjunto Mecânico I. Borges, Paulo Rogério II. Projeto Formare III. Título IV. Série

CDD-371.426

Iniciativa

FUNDAÇÃO

IOCHPE

Realização


FORMARE

Fundação IOCHPE

Al. Tietê, 618 casa 3, Cep 01417-020, São Paulo, SP
www.formare.org.br

Formare: uma escola para a vida

Ensinar a aprender não podem dar-se fora da procura,
fora da boniteza e da alegria.
A alegria não chega apenas com o encontro do achado,
mas faz parte do processo de busca.

Paulo Freire

Hoje a educação é concebida em uma perspectiva ampla de desenvolvimento humano e não apenas como uma das condições básicas para o crescimento econômico.

O propósito de uma escola é muito mais o desenvolvimento de competências pessoais para o planejamento e realização de um projeto de vida do que apenas o ensino de conteúdos disciplinares.

Os conteúdos devem ser considerados na perspectiva de meios e instrumentos para conquistas individuais e coletivas nas áreas profissional, social e cultural.

A formação de jovens não pode ser pensada apenas como uma atividade intelectual. É um processo global e complexo, onde conhecer, refletir, agir e intervir na realidade encontram-se associados.

Ensina-se pelos desafios lançados, pelas experiências proporcionadas, pelos problemas sugeridos, pela ação desencadeada, pela aposta na capacidade de aprendizagem de cada um, sem deixar de lado os interesses dos jovens, suas concepções, sua cultura e seu desejo de aprender.

Aprende-se a partir de uma busca individual, mas também pela participação em ações coletivas, vivenciando sentimentos, manifestando opiniões diante dos fatos, escolhendo procedimentos, definindo metas.

O que se propõe, então, não é apenas um arranjo de conteúdos em um elenco de disciplinas, mas a construção de uma prática pedagógica centrada na formação.

Nesta mudança de perspectiva, os conteúdos deixam de ser um fim em si mesmos e passam a ser instrumentos de formação.

Essas considerações dão à atividade de aprender um sentido novo, onde as necessidades de aprendizagem despertam o interesse de resolver questões desafiadoras. Por isso uma prática pedagógica deve gerar situações de aprendizagem ao mesmo tempo reais, diversificadas provocativas. Deve possibilitar, portanto, que os jovens, ao dar opiniões, participar de debates e tomar decisões, construam sua individualidade e se assumam como sujeitos que absorvem e produzem cultura.

Segundo Jarbas Barato, a história tem mostrado que a atividade humana produz um saber “das coisas do mundo”, que garantiu a sobrevivência do

ser humano sobre a face da Terra e, portanto, deve ser reconhecido e valorizado como a “sabedoria do fazer”.

O conhecimento proveniente de uma atividade como o trabalho, por exemplo, nem sempre pode ser traduzido em palavras. Em geral, peritos têm dificuldade em descrever com clareza e precisão sua técnica. É preciso vê-los trabalhar para “aprender com eles”.

O **pensar** e o **fazer** são dois lados de uma mesma moeda, dois pólos de uma mesma esfera. Possuem características próprias, sem pré-requisitos ou escala de valores que os coloquem em patamares diferentes.

Teoria e prática são modos de classificar os saberes insuficientes para explicar a natureza de todo o conhecimento humano. O saber proveniente do fazer possui uma construção diferente de outras formas que se valem de conceitos, princípios e teorias, nem sempre está atrelado a um arcabouço teórico.

Quando se reconhece a técnica como conhecimento, considera-se também a atividade produtiva como geradora de um saber específico e valoriza-se a experiência do trabalhador como base para a construção do conhecimento naquela área. Técnicas são conhecimentos processuais, uma dimensão de saber cuja natureza se define como seqüência de operações orientadas para uma finalidade.

O saber é inerente ao fazer, não uma decorrência dele.

Tradicionalmente, os cursos de educação profissional eram rigidamente organizados em momentos prévios de “teoria” seguidos de momentos de “prática”. O padrão rígido “explicação (teoria) antes da execução (prática)” era mantido como algo natural e inquestionável. Profissões que exigem muito uso das mãos eram vistas como atividades mecânicas, desprovidas de análise e planejamento.

Autores estão mostrando que o aprender fazendo gera trabalhadores competentes e a troca de experiências integra comunidades de prática nas quais o saber “distribuído por todos” eleva o padrão da execução. Por isso, o esforço para o registro, organização e criação de uma rede de apoio, uma teia comunicativa de “relato de práticas” é fundamental.

Dessa forma, o uso do paradigma da aprendizagem corporativa faz sentido e é muito mais produtivo. A idéia da formação profissional no interior do espaço de trabalho é, portanto, uma proposição muito mais adequada, inovadora e ousada do que a seqüência que propõe primeiro a teoria na sala de aula, depois a prática.

Atualmente, as empresas têm investido na educação continuada de seus funcionários na expectativa de que esse esforço contribua para melhorar os negócios. A formação de quadros passou a ser, nesses últimos anos, atividade central nas organizações que buscam o conhecimento para impulsionar seu desenvolvimento. No entanto, raramente se percebe que um dos conhecimentos mais importantes é aquele que está sendo construído pelos seus funcionários no exercício cotidiano de suas funções, é aquele que está concentrado na própria empresa.

A empresa contrata especialistas, adquire tecnologias, desenvolve práticas de gestão, inaugura centros de informação, organiza banco de dados, incentiva inovações. Vai acumulando, aos poucos, conhecimento e experiências que, **se forem apoiadas com recursos pedagógicos**, darão à empresa a condição de excelência como “espaço de ensino e aprendizagem”.

Criando condições para identificar, registrar, organizar e difundir esse conhecimento, a organização poderá contribuir para o aprimoramento da formação profissional.

Convenciona-se que a escola é o lugar onde se ensina e a empresa é onde se produz bens, produtos e serviços. Deste ponto de vista, o conhecimento seria construído na escola, e caberia à empresa o aprimoramento de competências destinadas à produção. Esta é uma visão acanhada e restritiva de formação profissional que não reconhece e não explora o potencial educativo de uma organização.

Neste cenário, a Fundação IOCHPE, em parceria com a UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, desenvolve a proposta pedagógica Formare, que apresenta uma estrutura curricular composta de conteúdos integrados: um conjunto de disciplinas de formação geral (Higiene, Saúde e Segurança; Comunicação e Relacionamento; Fundamentação Numérica; Organização Industrial e Comercial; Informática e Atividades de Integração) e um conjunto de disciplinas de formação específica.

O curso Formare pretende ser uma escola que ofereça aos jovens uma preparação para a vida. Propõe-se desenvolver não só competências técnicas, mas também habilidades que lhes possibilitem estabelecer relações harmoniosas e produtivas com todas as pessoas, que os tornem capazes de construir seus sonhos e metas, além de buscar as condições para realizá-los no âmbito profissional, social e familiar.

A proposta curricular tem a intenção de fortalecer, além das competências técnicas, outras habilidades:

1. **Comunicabilidade** – Capacidade de expressão (oral e escrita) de conceitos, idéias e emoções de forma clara, coerente e adequada ao contexto;
2. **Trabalho em equipe** – Capacidade de levar o seu grupo a atingir os objetivos propostos;
3. **Solução de problemas** – Capacidade de analisar situações, relacionar informações e resolver problemas;
4. **Visão de futura** – Capacidade de planejar, prever possibilidades e alternativas;
5. **Cidadania** – Capacidade de defender direitos de interesse coletivo.

Cada competência é composta por um conjunto de habilidades que serão desenvolvidas durante o ano letivo, por meio de todas as disciplinas do curso.

Para finalizar, ao integrar o ser, o pensar e o fazer, os cursos Formare ajudam os jovens a desenvolver competências para um bom desempenho profissional e, acima de tudo, a dar sentido à sua própria vida. Dessa forma, esperam contribuir para que eles tenham melhores condições para assumir uma postura ética, colaborativa e empreendedora em ambientes instáveis como os de hoje, sujeitos a constantes transformações.

Equipe FORMARE

Sobre o caderno

Você, educador voluntário, sabe que boa parte da *performance* dos jovens no mundo do trabalho dependerá das aprendizagens adquiridas no espaço de formação do Curso em desenvolvimento em sua empresa no âmbito do Projeto Formare.

Por isso, os conhecimentos a serem construídos foram organizados em etapas, investindo na transformação dos jovens estudantes em futuros trabalhadores qualificados para o desempenho profissional.

Antes de esse material estar em suas mãos, houve a definição de uma proposta pedagógica, que traçou um perfil de trabalhador a formar, depois o delineamento de um plano de curso, que construiu uma grade curricular, destacou conteúdos e competências que precisam ser desenvolvidos para viabilizar o alcance dos objetivos estabelecidos e então foram desenhados planos de ensino, com vistas a assegurar a eficácia da formação desejada.

À medida que começar a trabalhar com o Caderno, perceberá que todos os encontros contêm a pressuposição de que você domina o conteúdo e que está recebendo sugestões quanto ao modo de fazer para tornar suas aulas atraentes e produtoras de aprendizagens significativas. O Caderno pretende valorizar seu trabalho voluntário, mas não ignora que o conhecimento será construído a partir das condições do grupo de jovens e de sua disposição para ensinar. Embora cada aula apresente um roteiro e simplifique a sua tarefa, é impossível prescindir de algum planejamento prévio. É importante que as sugestões não sejam vistas como uma camisa de força, mas como possibilidade, entre inúmeras outras que você e os jovens do curso poderão descobrir, de favorecer a prática pedagógica.

O Caderno tem a finalidade de oferecer uma direção em sua caminhada de orientador da construção dos conhecimentos dos jovens, prevendo objetivos, conteúdos e procedimentos das aulas que compõem cada capítulo de estudo. Ele trata também de assuntos aparentemente miúdos, como a apresentação das tarefas, a duração de cada atividade, os materiais que você deverá ter à mão ao adotar a atividade sugerida, as imagens e os textos de apoio que poderá utilizar.

No seu conjunto, propõe um jeito de fazer, mas também poderá apresentar outras possibilidades e caminhos para dar conta das mesmas questões, com vistas a encorajá-lo a buscar alternativas melhor adequadas à natureza da turma.

Como foi pensado a partir do planejamento dos cursos (os objetivos gerais de formação profissional, as competências a serem desenvolvidas) e dos planos de ensino disciplinares (a definição do que vai ser ensinado, em que seqüência e intensidade e os modos de avaliação), o Caderno pretende auxiliá-lo a realizar um plano de aula coerente com a concepção do Curso, preocupado em investir na formação de futuros trabalhadores habilitados ao exercício profissional.

O Caderno considera a divisão em capítulo apresentada no Plano de Ensino e o tempo de duração da disciplina, bem como a etapa do Curso em que ela está inserida. Com esta idéia do todo, sugere uma possibilidade de divisão do tempo, considerando uma aula de 50 minutos.

Também, há avaliações previstas, reunindo capítulos em blocos de conhecimentos e oferecendo oportunidade de síntese do aprendido. É preciso não esquecer, no entanto, que a aprendizagem é avaliada durante o processo, através da observação e do diálogo em sala de aula. A avaliação formal, prevista nos cadernos, permite a descrição quantitativa do desempenho dos jovens e também do educador na medida em que o “erro”, muitas vezes, é indício de falhas anteriores que não podem ser ignoradas no processo de ensinar e aprender.

Recomendamos que, ao final de cada aula ministrada, você faça um breve registro reflexivo, anotando o que funcionou e o que precisou ser reformulado, se todos os conteúdos foram desenvolvidos satisfatoriamente ou se foi necessário retomar algum, bem como outras sugestões que possam levar à melhoria da prática de formação profissional e assegurar o desenvolvimento do trabalho com aprendizagens significativas para os jovens. Esta também poderá ser uma oportunidade de você rever sua prática como educador voluntário e, simultaneamente, colaborar para a permanente qualificação dos Cadernos. É um desafio-convite que lhe dirigimos, ao mesmo tempo em que o convidamos a ser co-autor da prática que aí vai sugerida.

Características do Caderno

Cada capítulo ou unidade possui algumas partes fundamentais, assim distribuídas:

Página de apresentação do capítulo: Apresenta uma síntese do assunto e os objetivos a atingir, destacando o que os jovens devem saber e o que se espera que saibam fazer depois das aulas. Em síntese, focaliza a relevância do assunto dentro da área de conhecimento tratada e apresenta a relação dos saberes, das competências e habilidades que os jovens desenvolverão com o estudo da unidade.

A seguir, as aulas são apresentadas através de um breve resumo dos conhecimentos a serem desenvolvidos em cada aula. Sua intenção é indicar aos educadores o âmbito de aprofundamento da questão, sinalizando conhecimentos prévios e a contextualização necessária para o tratamento das questões da aula. No interior de cada aula aparece a seqüência de atividades, marcadas pela utilização dos ícones que seguem:



Indica quais serão os **objetivos** do tópico a ser abordado, bem como o objetivo de cada aula.



Exploração de **links na internet** – Remete a pesquisas em *sites* onde educador e aluno poderão buscar textos e/ou atividades como reforço extraclasse ou não.



Apresenta **artigos relacionados** à temática do curso, podendo-se incluir sugestões de livros, revistas ou jornais, subsidiando, dessa maneira o desenvolvimento das atividades propostas. Permite ao educador explorar novas possibilidades de conteúdo. Se achar necessário, o educador poderá fornecer esse texto para o aluno reforçando, assim, o seu aprendizado.



Traz **sugestão de exercício ou atividade** para fechar uma aula para que o aluno possa exercitar a aplicação do conteúdo.



Traz **sugestão de avaliação extraclasse** podendo ser utilizada para fixação e integração de todos os conteúdos desenvolvidos.



Traz **sugestão de avaliação**, podendo ser apresentada ao final de um conjunto de aulas ou tópicos; valerão nota e terão prazo para serem entregues.



Indica, **passo a passo**, as atividades propostas para o educador. Apresenta as informações básicas, sugerindo uma forma de desenvolvê-las. Esta seção apresenta conceitos relativos ao tema tratado, imagens que têm a finalidade de se constituir em suporte para as explicações do educador (por esse motivo todas elas aparecem anexas num CD, para facilitar a impressão em lâmina ou a sua reprodução por recurso multimídia), exemplos das aplicações dos conteúdos, textos de apoio que podem ser multiplicados e entregues aos jovens, sugestões de desenvolvimento do conteúdo e atividades práticas, criadas para o estabelecimento de relações entre os saberes. No passo a passo, aparecem oportunidades de análise de dados, observação e descrição de objetos, classificação, formulação de hipóteses, registro de experiências, produção de relatórios e outras práticas que compõem a atitude científica perante o conhecimento.



Indica a **duração** prevista para a realização do estudo e das tarefas de cada passo. É importante que fique claro que esta é uma sugestão ideal, que abstrai quem é o sujeito ministrante da aula e quem são os sujeitos que aprendem, a rigor os que mais interessam nesse processo.

Quando foi definida, só levou em consideração o que era possível no momento: o conteúdo a ser desenvolvido, tendo em vista o número de aulas e o plano de ensino da disciplina. No entanto você juntamente com os jovens que compõem a sua turma têm liberdade para alterar o que foi sugerido, adaptar as sugestões para o seu contexto, com as necessidades, interesses, conhecimentos prévios e talentos especiais do seu grupo.



O **glossário** contém informações e esclarecimentos de conceitos e termos técnicos. Tem a finalidade de simplificar o trabalho de busca do educador e, ao mesmo tempo, incentivá-lo a orientar os jovens para a utilização de vocabulário apropriado referente aos diferentes aspectos da matéria estudada. Aparece ao lado na página em que é utilizado e é retomado ao final do Caderno, em ordem alfabética.



Remete para **exercícios** que objetivam a fixação dos conteúdos desenvolvidos. Não estão computados no tempo das aulas, e poderão servir como atividade de reforço extraclasse, como revisão de conteúdos ou mesmo como objeto de avaliação de conhecimentos.



Notas que apresentam informações suplementares relativas ao assunto que está sendo apresentado.



Idéias que objetivam motivar e sensibilizar o educador para outras possibilidades de explorar os conteúdos da unidade. Têm a preocupação de sinalizar que, de acordo com o grupo de jovens, outros modos de fazer podem ser alternativas consideradas para o desenvolvimento de um conteúdo.



Traz as **idéias-síntese** da unidade, que auxiliam na compreensão dos conceitos tratados, bem como informações novas relacionadas ao que se está estudando.



Apresenta materiais em condições de serem produzidos e entregues aos jovens, tratados, no interior do caderno, como texto de apoio.

Em síntese, você educador voluntário precisa considerar que há algumas competências que precisam ser construídas durante o processo de ensino aprendizagem, tais como:

- conhecimento de conceitos e sua utilização;
- análise e interpretação de textos, gráficos, figuras e diagramas;
- transferência e aplicação de conhecimentos;
- articulação estrutura-função;
- interpretação de uma atividade experimental.

Em vista disso, o conteúdo dos Cadernos pretende favorecer:

- conhecimento de propriedade e de relações entre conceitos;
- aplicação do conhecimento dos conceitos e das relações entre eles;
- produção e demonstração de raciocínios demonstrativos;
- análise de gráficos;
- resolução de gráficos;
- identificação de dados e de evidências relativas a uma atividade experimental;
- conhecimento de propriedades e relações entre conceitos em uma situação nova.

Como você deve ter concluído, o Caderno é uma espécie de obra aberta, pois está sempre em condições de absorver sugestões, outros modos de fazer, articulando os educadores voluntários do Projeto Formare em uma rede que consolida a tecnologia educativa que o Projeto constitui.

Desejamos que você possa utilizá-lo da melhor forma possível e que tenha a oportunidade de refletir criticamente sobre ele, registrando sua colaboração e interagindo com os jovens de seu grupo a fim de investirmos todos em uma educação mais efetiva e na formação de profissionais mais competentes e atualizados para os desafios do mundo contemporâneo.

Introdução

O Mecânico de Manutenção é o profissional que realiza as manutenções corretiva, preventiva e preditiva de componentes, equipamentos e máquinas, avaliando as condições de desempenho por meio de ensaios físicos, mecânicos e análises de funcionamento, utilizando ferramentas e instrumentos de medição e controle, de acordo com desenhos técnicos, projetos e normas técnicas, em condições de qualidade, segurança e preservação ambiental.

Para tanto é necessário que esse profissional tenha desenvolvido determinadas competências profissionais, tais como: interpretar e aplicar as informações contidas em desenhos técnicos, projetos, especificações técnicas, normas, catálogos e outros documentos; elaborar croquis de peças para usinagem; elaborar orçamentos; especificar materiais, componentes e peças para compra; selecionar máquinas, equipamentos, ferramentas, instrumentos e materiais a serem utilizados; usar peças em máquinas e em processos de ajustagem mecânica; identificar defeitos e diagnosticar falhas em conjuntos mecânicos; realizar manutenções preventiva, corretiva e preditiva em componentes e conjuntos mecânicos; montar e desmontar conjuntos mecânicos; realizar testes de funcionamento; realizar análises de vibração, ruído e temperatura; elaborar planejamento de manutenção; elaborar relatórios de ocorrências e pareceres técnicos; selecionar e utilizar fontes de consulta para a obtenção de informações necessárias aos processos de fabricação, instalação e manutenção; aplicar procedimentos técnicos, normas técnicas, ambientais, de segurança, de saúde e higiene no trabalho e padrões de qualidade adequados aos processos de fabricação, instalação e manutenção; utilizar recursos existentes de forma racional e econômica e manter o ambiente de trabalho limpo e organizado.

Segundo dados da ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção, em seu relatório de 2005¹ com pesquisa em várias empresas, constataram que em 87,9% do tempo, as máquinas e equipamentos estavam em disponibilidade operacional, ou seja, prontas para produzir ou produzindo e apenas 5,8% do tempo encontravam-se indisponíveis devido ao fato de estarem paradas para manutenção. Estes são índices muito bons, fazendo com que cada vez mais os empresários brasileiros se preocupem em investimentos em novos recursos e capacitação de funcionários envolvidos nos processos de manutenção de suas empresas.

¹ http://www.abraman.org.br/documento_nacional/CBM2005.pdf

1 Produção e Montagem Mecânica

Primeira Aula	
Posturas para trabalho prático e em produção.....	21
Normas e procedimentos.....	24
Segunda Aula	
Posturas éticas profissionais	30
Visita técnica.....	30
Terceira Aula	
Operação de traçagem e serramento manual	35
Quarta Aula	
Operação de limagem.....	41
Quinta Aula	
Operação de esmerilhar	45
Sexta Aula	
Operação de furar.....	51
Sétima Aula	
Roscas, parafusos, porcas e arruelas	68
Oitava Aula	
Ferramentas para abrir roscas internas e externas	82
Nona Aula	
Atividade prática - operações de traçagem	88
Décima Aula	
Atividade prática - operações de serramento manual	89
Décima Primeira Aula	
Atividade prática - operações de limagem.....	90
Décima Segunda Aula	
Atividade prática - operações de esmerilhamento.....	91
Décima Terceira Aula	
Atividade prática - operações de furação e escareamento em furadeira	92
Décima Quarta Aula	
Atividade prática - operações de rosqueamento manual com macho	93
Décima Quinta Aula	
Atividade prática - operações de medição de roscas	94

2 Soldagem em Manutenção

Primeira Aula	
EPI e normas de segurança em processos de soldagem	99
Segunda Aula	
Processo de soldagem por arco elétrico.....	101
Terceira Aula	
Eletrodos revestidos	106
Quarta Aula	
Soldagem com eletrodo revestido	110
Quinta Aula	
MIG / MAG.....	121
Sexta Aula	
TIG.....	125
Sétima, Oitava e Nona Aulas	
Visita às dependências da empresa.....	128
Décima Aula	
Elaboração de relatório.....	129
Décima Primeira Aula	
Avaliação	130

3 Montagem: Conceitos e planejamento

Primeira Aula	
Manutenção	137
Segunda Aula	
Manutenção	139
Planejamento, programação e controle	139
Terceira Aula	
TPM e FMEA	141
Quarta Aula	
Técnicas para avaliação física.....	143
Quinta e Sexta Aulas	
Visita às dependências da empresa.....	145
Sétima e Oitava Aulas	
Elaboração de painel gráfico e apresentação de resultados	146

4 Técnicas de Manutenção

Primeira Aula	
Mancais	149

Segunda Aula	
Eixos	153
Terceira Aula	
Elementos de vedação	156
Quarta Aula	
Polias e correias	160
Quinta Aula	
Engrenagens	164
Sexta, Sétima e Oitava Aulas	
Demonstração e prática de técnicas de manutenção.....	171
Nona e Décima Aulas	
Visita à empresa e elaboração de relatório para avaliação	172
5 Manutenção de Conjunto Mecânico	
Primeira Aula	
Ferramentas manuais	177
Segunda Aula	
Ferramentas manuais – chaves.....	180
Terceira Aula	
Ferramentas manuais – alicates.....	184
Quarta Aula	
Manutenção	187
Quinta Aula	
Manutenção	189
Sexta e Sétima Aulas	
Elaboração de plano de manutenção	190
Oitava, Nona e Décima Aulas	
Desmontagem, manutenção e montagem de conjunto mecânico.....	191
Décima Primeira Aula	
Avaliação	192
Referências	195

1 Ajustagem Mecânica em Bancada

Os profissionais que atuam em Ajustagem Mecânica fabricam, ajustam, reparam, instalam peças e equipamentos em conjuntos mecânicos e dispositivos de usinagem e controle de precisão, baseando-se em desenhos e especificações técnicas estabelecidos em projeto, manuseiam instrumentos de medição, verificação e controle, realizam trabalhos manuais em bancada e em máquinas operatrizes tais como torno mecânico horizontal, furadeira de coluna e de bancada, entre outros, de acordo com padrões especificados, projetos e normas técnicas, em condições de qualidade, segurança e preservação ambiental.

Objetivos

- Reconhecer a importância do uso de uniformes e formas de identificação.
- Identificar normas e procedimentos referentes a deslocamentos internos.
- Reconhecer procedimentos básicos para o caso de acidentes, desacionamentos elétricos, princípios de incêndio e abandono de prédio.
- Reconhecer a importância da manutenção de ambientes limpos e organizados.
- Identificar os procedimentos e posturas adequadas para a realização de trabalhos e para o levantamento e deslocamento de cargas.
- Compreender a importância da realização do trabalho pautado em referenciais éticos de conduta e postura profissional.
- Reconhecer o conceito, finalidade, tipos e principais instrumentos e materiais utilizados na traçagem.
- Reconhecer os procedimentos e etapas do serramento manual, bem como identificar os tipos de lâminas de serra, arco de serra e os cuidados com a segurança na operação de serrar.
- Reconhecer os procedimentos e etapas da operação de limar e a classificação dos tipos de lima.
- Reconhecer os procedimentos para a operação de esmerilhar, e a classificação dos tipos de moto-esmeril.
- Conhecer os tipos de furadeiras, sua aplicação, seus principais acessórios, os tipos de brocas e outras ferramentas, os cálculos específicos e os procedimentos de segurança.
- Conhecer os tipos de roscas, parafusos, porcas e arruelas, sua nomenclatura, classificação e aplicação.
- Conhecer os tipos de ferramentas e acessórios para abrir roscas internas e externas manualmente, sua nomenclatura e a importância do fluido de corte na usinagem.
- Compreender as atividades práticas das operações de ajustagem mecânica.

Primeira Aula



Nessa aula serão apresentados os objetivos para que se reconheça a importância do uso de uniformes e das formas utilizadas para a identificação de funcionários, das normas e procedimentos para deslocamentos internos, dos procedimentos básicos para o caso de acidentes, desacionamentos elétricos, princípios de incêndio e abandono de prédio, da importância da manutenção de ambientes limpos e organizados e das posturas adequadas para a realização de trabalhos e para o levantamento e deslocamento de cargas.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Posturas para trabalho prático e em produção

Uniforme e identificação

O uniforme, mais do que uma vestimenta para o trabalho, é tido hoje como uma forma de comunicação que garante a identidade visual da empresa, seja pelos empresários ou por seus clientes.

A importância do uniforme vai além da comunicação visual, a relação custo/benefício no uso de uniformes é favorável tanto à empresa como para o funcionário, além, é claro de apresentar-se como sinônimo de higiene em alguns segmentos de mercado, de confiança e de unidade.

Ele garante a rápida identificação do funcionário, diferenciando-o dos não-funcionários. Algumas empresas adotam, além das identificações no crachá, detalhes de símbolos e código de cores para identificar setores, cargos, entre outros.

Na indústria de transformação, o uniforme tem inclusive a função de garantir o conforto e a segurança do funcionário em situações de risco.

O uso do uniforme proporciona ainda a auto-estima dos funcionários e a boa impressão do público externo em relação à imagem da empresa. É o que chamam de “vestir a camisa”.

Equipamentos de Proteção Individual – EPI e Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC

Sempre que possível, deve-se aplicar medidas de proteção coletiva, isto é, que beneficiam a todos os trabalhadores, indistintamente, ou seja, devem ter prioridade, conforme determina a legislação que dispõe sobre Segurança e Medicina do Trabalho.



Alguns exemplos de aplicação de EPCs:


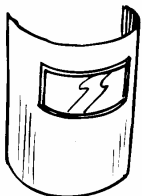




- Sistema de exaustão para eliminação de gases, vapores ou poeiras contaminantes do local de trabalho.
- Enclausuramento, isto é, fechamento de máquina barulhenta para livrar o ambiente do ruído excessivo.
- Comando bimanual, que mantém as mãos ocupadas, fora da zona de perigo, durante o ciclo de uma máquina. .
- Cabo de segurança para conter equipamentos suspensos sujeitos a esforços, caso venham a se desprender.

Os EPI existem para proteger a saúde do trabalhador quando não for possível adotar medidas de segurança de ordem geral e devem ser testados e aprovados pela autoridade competente para comprovar sua eficácia.

O Ministério do Trabalho atesta a qualidade dos EPI disponíveis no mercado por meio da emissão do Certificado de Aprovação (C.A.). O fornecimento e a comercialização de EPI sem o C.A. é considerado crime e tanto o comerciante quanto o empregador ficam sujeitos às penalidades previstas em lei.

Existem EPIs para proteção de praticamente todas as partes do corpo. Veja alguns exemplos:

Cabeça e crânio – Capacete de segurança contra impactos, perfurações, ação dos agentes meteorológicos, etc.	
Olhos – Óculos contra impactos, que evitam a cegueira total ou parcial e a conjuntivite. É utilizado em trabalhos onde existe o risco de impacto de estilhaços e de cavacos.	

<p>Vias respiratórias – Protetor respiratório, que previne problemas pulmonares e das vias respiratórias, e deve ser utilizado em ambientes com poeiras, gases, vapores ou fumos nocivos.</p>	
<p>Face – Máscara de solda, que protege contra impactos de partículas, respingos de produtos químicos, radiação (infravermelha e ultravioleta) e ofuscamento. Deve ser utilizada nas operações de solda.</p>	
<p>Ouvidos – Concha, que previne contra a surdez, o cansaço, a irritação e outros problemas psicológicos. Deve ser usada sempre que o ambiente apresentar níveis de ruídos superiores aos aceitáveis, de acordo com a norma regulamentadora.</p>	
<p>Mãos e braços – Luvas, que evitam problemas de pele, choque elétrico, queimaduras, cortes e raspões e devem ser usadas em trabalhos com solda elétrica, produtos químicos, materiais cortantes, ásperos, pesados e quentes.</p>	
<p>Pernas e pés – Botas de borracha, que proporcionam isolamento contra eletricidade e umidade. Devem ser utilizadas em ambientes úmidos e em trabalhos que exigem contato com produtos químicos.</p>	
<p>Tronco – Aventais de couro, que protegem de impactos, respingos de produtos químicos, choque elétrico, queimaduras e cortes. Devem ser usados em trabalhos de soldagem elétrica, oxiacetilênica, corte a quente, etc.</p>	

Nas indústrias é comum a movimentação de cargas por meio de pontes rolantes, empilhadeiras, guindastes, talhas e outros dispositivos e equipamentos para içamento e movimentação. Nessas áreas, além do uso dos EPCs, identificando, isolando e sinalizando as áreas de risco é obrigatório o uso dos EPIs, seja pelos funcionários que trabalham no local ou pelos transeuntes.

Educador, é necessário que tenha em mãos alguns EPIs para demonstração e manuseio dos jovens. Se possível, faça uma visita rápida por algum setor da empresa para a verificação do uso do EPC.

Procedimentos em caso de acidentes e incêndios

Primeiros socorros são o conjunto de medidas prestadas por pessoa leiga a um acidentado ou alguém acometido de mal súbito (desmaio, infarto, crise epiléptica, etc.) no local do acidente, antes que chegue a assistência qualificada.

Os princípios básicos dos primeiros socorros são:

- Salvar e manter a vida.
- Evitar lesões adicionais ou agravamento das já existentes.
- Providenciar socorro qualificado.

O que fazer no caso de uma emergência?

- A avaliação do local para verificar se oferece perigo adicional à vítima e aos demais; isolar e proteger o local do acidente.
- A avaliação da vítima depende de a vítima estar consciente ou inconsciente. A vítima inconsciente requer muito mais cuidado e atenção, pois não pode fornecer informações sobre seu estado.

Sinais vitais e sinais de apoio

- **Pulsação** – Pode ser sentida pelo tato.
- **Respiração** – Verificar se a vítima está respirando colocando, próximo ao seu nariz, um espelho ou qualquer pedaço de metal polido, que deve ficar embaçado.
- **Temperatura** – Compare o calor do seu corpo com o da vítima.
- **Estado das pupilas** – Insensibilidade da pupila à luz, é sinal de inconsciência, estado de choque, etc.
- **Sensibilidade** – Os músculos, quando estimulados, reagem com movimentos de

contração. Se isso não ocorrer é sinal de inconsciência.

Queimadura

- Se a queimadura for grave, a vítima deve ser encaminhada imediatamente para socorro médico.
- Se a queimadura for superficial e de pequena extensão, deve ser coberta com um pano limpo e macio, depois de lavada com água ou soro fisiológico, com cuidado para não furar bolhas que tenham se formado. Deve-se dar bastante líquido para a vítima se ela estiver consciente (chá, água, refrigerantes, etc.)

Choque elétrico

A descarga elétrica pode levar à morte, dependendo da intensidade da corrente elétrica (amperagem). Altera os batimentos cardíacos, além de provocar, em alguns casos, queimaduras.

Para que o socorrista também não venha a se tornar uma vítima, a primeira providência a tomar é identificar e desligar a fonte de energia elétrica. Caso isso não seja possível, o socorrista deve afastar a vítima da fonte de energia elétrica, utilizando, para tanto, um material isolante (madeira seca, borracha, louça, vidro temperado, etc.).

Os primeiros socorros são prestados no próprio local do acidente pelo socorrista. As empresas têm capacitado, por meio de treinamentos, pessoas para atuarem como socorristas. Sempre que lhe for ofertada essa oportunidade não a desperdice, pois você pode garantir a vida de outras pessoas com o conhecimento prévio das situações.

Mas há outra providência muito importante, que deve ser encaminhada ao mesmo tempo: a solicitação do socorro especializado.

O primeiro recurso a ser acionado é a Polícia Militar, que se encarrega de requisitar apoio do Corpo de Bombeiros ou pronto-socorro, quando necessário, para todo o Brasil, o telefone é **190**.

Ao comunicar a ocorrência, é muito importante dar informações corretas ou pedir que alguém o faça. As informações essenciais são: tipo de acidente; local exato do acidente (use pontos de referência para facilitar a localização); número de vítimas e os seus estados.

Incêndio

A NR-23, que trata de Proteção Contra Incêndio, estabelece que todas as empresas devem possuir proteção contra incêndios, saídas de emergência em caso de incêndio, equipamentos para combater o fogo e pessoas treinadas no uso desses equipamentos.

Os cinco primeiros minutos são decisivos, se o fogo não for dominado nesse prazo, a tendência é de ele escapar ao controle.

Toda empresa deve ter um plano de prevenção e combate a incêndios e um sistema de comunicação rápida para que sejam tomadas as providências de combate e evasão do prédio. Assim como deve organizar sua brigada de incêndios, com pessoas treinadas para atuarem na prevenção e no combate.

Abaixo, os diferentes materiais combustíveis, suas classes e o tipo de extintor de incêndio adequado.

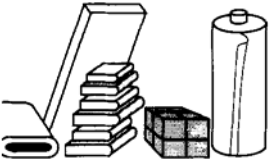
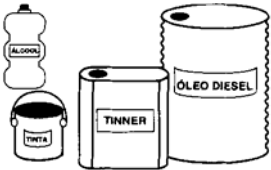
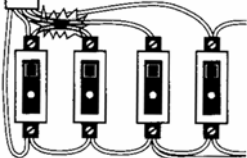

Classe	Tipo de combustível	Características	Agente extintor
A		Incêndios envolvendo materiais sólidos que queimam em superfície e profundidade e deixam resíduos. Ex.: madeira, papelão, tecidos, etc.	Água Espuma
B		Incêndios envolvendo materiais líquidos e gasosos, que queimam em superfície e não deixam resíduos (não há formação de brasas).	Gás carbônico Pó químico seco Espuma
C		Incêndios envolvendo toda a linha de materiais energizados, isto é, ligados (*) Ex.: motores, equipamentos elétricos, etc.	Gás carbônico Pó químico seco
D		Incêndios envolvendo materiais pirofóricos, isto é, que se inflamam quando entram em contato com o ar. Ex.: magnésio, titânio, zircônio, etc.	Pó químico seco especial Limalha de ferro Grafite

Tabela 02

(*) Com a corrente desligada, esse tipo de incêndio passa a ser combatido como se fosse de classe A ou B.

Educador, faça uma demonstração para análise visual dos jovens com os tipos de extintores presentes na empresa, de preferência levando os jovens até o local onde eles se encontram.

Caso o incêndio não seja extinto deve-se adotar os seguintes procedimentos:

- Acionar o alarme.
- Chamar o Corpo de Bombeiros (telefone 193).
- Desligar máquinas, aparelhos elétricos e bloquear entrada de energia.
- Abandonar a área imediatamente, de forma organizada, sem correrias.
- Comunicar ao Corpo de Bombeiros em sua chegada, sobre a classe de incêndio (A, B, C ou D).

Como evitar acidentes e incêndios?

É preciso ter a mentalidade prevencionista e o espírito de colaboração, porém algumas medidas básicas são necessárias, tais como:

- Armazenamento adequado de material.
- Organização e limpeza dos ambientes.
- Manutenção adequada de instalações elétricas, máquinas e equipamentos.

No armazenamento, materiais inflamáveis devem ser guardados fora dos edifícios principais, em locais bem sinalizados, onde a proibição de fumar deve ser rigorosamente obedecida.

A organização e a limpeza, além de tornarem o ambiente de trabalho mais agradável, evitam que pessoas se acidentem e que o fogo se inicie e se propague.

E as manutenções das instalações elétricas, máquinas e equipamentos vão garantir a segurança dos funcionários, pois estatisticamente a falta de manutenção ocupa um dos primeiros lugares como fonte causadora de acidente e de incêndio.

Deve-se projetar adequadamente e receber manutenção constante, substituindo fios e componentes desgastados, evitando improvisações ou “gambiarras”, equipamentos e máquinas devem receber manutenção e lubrificação periódicas, para evitar o aquecimento que gera calor, colocando em risco o ambiente de trabalho e a realização de serviços na área somente deve ficar a cargo de pessoas capacitadas.

Procedimentos corporais para trabalhos

Nos sistemas de manufatura alguns fatores influenciam a maneira do operador realizar suas atividades, economizando movimentos e evitando doenças profissionais, dentre eles estão o posto de trabalho, a organização do trabalho, o leiaute, a geometria do produto e a forma de treinamento dos funcionários.

Análises são feitas por profissionais qualificados em métodos e processos para definir o que é mais adequado ao operário e que permite economia de tempo.

Dentre esses fatores são analisados:

- O uso das mãos (movimentos, alcance, sincronismo, repetição, entre outros).
- Arranjo do posto de trabalho (ferramentas, materiais, iluminação, entre outros).

- A organização do posto deve permitir o trabalho de pé, alternado com o trabalho sentado, sendo que, nesse caso, cada trabalhador deve dispor de uma cadeira que possibilite uma boa postura.
- Sempre que possível, as mãos devem ser substituídas por dispositivos, gabaritos ou mecanismos acionados por pedal.

A Norma Regulamentadora – NR 17, do Ministério do Trabalho, trata dos riscos e agentes ergonômicos que podem vir a causar doenças e lesões no trabalhador devido à falta de equilíbrio entre o homem e o seu ambiente de trabalho.

Esses agentes presentes nos ambientes de trabalho geralmente estão relacionados a:

- Exigência de esforço físico intenso.
- Levantamento e transporte manual de peso.
- Postura inadequada no exercício das atividades.
- Exigências rigorosas de produtividade.
- Jornadas de trabalho prolongadas ou em turnos.
- Atividades monótonas ou repetitivas etc.

Movimentos repetitivos dos dedos, das mãos, dos pés, da cabeça e do tronco produzem monotonia muscular e levam ao desenvolvimento de doenças inflamatórias, curáveis em estágios iniciais, chamadas de Lesões por Esforços Repetitivos – LER. Dentre elas estão a bursite (inflamação da bursa), a miosite (inflamação de músculo), a tendinite (inflamação dos tendões) e a tenossinovite (inflamação dos tendões e das articulações).

A prevenção é a melhor ação contra os males provocados pelos agentes ergonômicos. Rodízios e descansos constantes, exercícios compensatórios freqüentes para trabalhos repetitivos, exames médicos periódicos, evitar esforços superiores a 25 quilos para homens e 12 quilos para mulheres, postura correta sentado, em pé, ou carregando e levantando peso, buscando sempre manter a coluna ereta e depositando o peso nas pernas e braços.



É necessário demonstrar aos jovens a forma correta de levantar e baixar uma caixa, flexionando as pernas e mantendo a coluna ereta.



Segunda Aula

Nessa aula serão apresentados pelo educador os objetivos visando a compreender a importância da realização do trabalho pautado em referenciais éticos de conduta e de postura profissional e serão identificados, em situação real de trabalho, por meio de observação e entrevistas, normas, procedimentos e posturas de profissionais.



Passo 1 / Aula teórica



20 min

Você pode perguntar a si mesmo:

- Estou sendo bom profissional?
- Estou agindo adequadamente?
- Realizo corretamente minha atividade?

Um bom profissional deve saber que há uma série de atitudes que não estão descritas nos códigos de todas as profissões, mas que são comuns a todas as atividades que uma pessoa pode exercer.

Atitudes de generosidade e de cooperação no trabalho em equipe, postura proativa, ou seja, não ficar restrito apenas às tarefas que foram dadas a você, mas contribuir para o engrandecimento do trabalho, mesmo que ele seja temporário.

As oportunidades de trabalho surgem inesperadamente, você deve estar atento e receptivo, procurando ser um pouco melhor a cada dia, seja qual for sua atividade profissional.

Porém, mesmo que não surja outro trabalho, nada foi perdido e tenha a certeza de que assim sua vida será mais feliz, gostando do que você faz e, continuar melhorando, aprendendo e experimentando alternativas.

São essas ações que garantem o que se chama de empregabilidade: a capacidade de ser um profissional que qualquer patrão gostaria de ter entre seus empregados, um colaborador.

Ser um profissional eticamente bom vai além de zelar por sua empregabilidade. É também sua responsabilidade zelar pela segurança patrimonial e pelos bens pessoais, ou seja, os bens que lhe forem atribuídos no âmbito do

trabalho devem ser utilizados de forma correta, protegidos e cuidados, livrando-os do perigo, seja ele roubo, acidente, incêndio, entre outros.

Nas empresas são adotados procedimentos, por meio de normas técnicas e contratação de efetivos com a finalidade de manter a operação da empresa, proteger seu patrimônio e garantir a segurança de pessoas ou da produção de uma empresa.

Educador, reproduza e distribua o quadro com o código de ética profissional para os jovens.



Código de Ética Profissional

O código apresenta a seguinte orientação:

- Julgue-se igual ao seu colega, independentemente de seu nível cultural ou profissional.
- Forneça sempre ajuda aos colegas.
- Saiba receber orientações de trabalho de colegas ou superiores.
- Troque idéias com os companheiros, sempre que houver necessidade.
- Mantenha o local de trabalho sempre em ordem e em condições de uso.
- Quando não souber fazer, não faça, peça ajuda.
- Informe aos colegas os riscos de acidentes do trabalho.
- Dê idéias para solucionar problemas de trabalho, não se preocupando se serão aceitas ou não.
- Transmita princípios morais no ambiente de trabalho.
- Ajude, opine, mas com discrição. Respeite as confidências dos colegas.
- Seja responsável e cumpra as suas obrigações.
- Faça crítica e concorde somente com crítica construtiva.
- Opine sempre educadamente quando algo estiver errado, sem medo de repreensão.
- Seja honesto com a fábrica, com os colegas, com os superiores e consigo mesmo.
- Mude de opinião quando perceber que está errado.
- Seja pontual nos horários de trabalho e compromissos.
- Respeite a opinião dos colegas.
- Faça sempre o trabalho certo.
- Atualize-se na sua profissão constantemente.



Passo 1 / Visita técnica



30 min

Educador, organize essa aula com antecedência, preparando colegas da fábrica, encarregados e supervisores para receber o grupo de jovens.

Os jovens deverão previamente elaborar as perguntas e indicar as pessoas e setores que desejam entrevistar e observar e submetê-las à sua apreciação para validação.

Realizar a visita para observação em setores de produção e montagem da empresa e entrevista com operadores, encarregados e supervisores, relacionando, no mínimo, dez das principais posturas e procedimentos de organização e segurança do trabalho em oficinas e ambientes industriais.

Terceira Aula



Nessa aula serão apresentados o conceito e a finalidade da traçagem empregada em operações de usinagem.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Operação de Traçagem e Ser-ramento Manual

Traçagem

Por meio da traçagem são marcadas na peça pré-usinada as linhas e os pontos que delimitam o formato final da peça após a usinagem. Com o auxílio da traçagem, são transportados para a peça os desenhos dos planos e outros pontos ou linhas importantes para a usinagem e o acabamento.

Como a traçagem consiste basicamente em desenhar no material a correta localização dos furos, rebaiços, canais, rasgos e outros detalhes, ela permite visualizar as formas finais da peça. Isso ajuda a prevenir falhas ou erros de interpretação de desenho na usinagem, o que resultaria na perda do trabalho e da peça.

Na traçagem é preciso considerar duas referências:

- A **superfície de referência**, ou seja, o local no qual a peça se apóia.
- O **plano de referência**, ou seja, a linha a partir da qual toda a traçagem da peça é orientada.

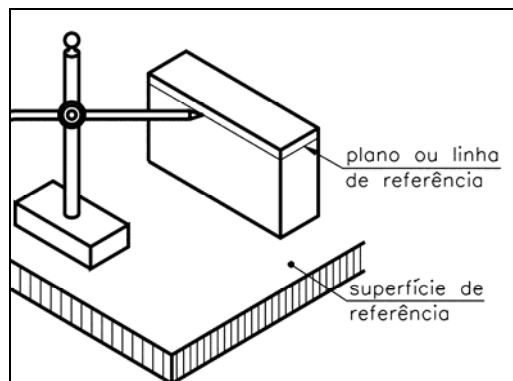


Fig. 2

Dependendo do formato da peça, a linha que indica o plano de referência pode corresponder à linha de centro.

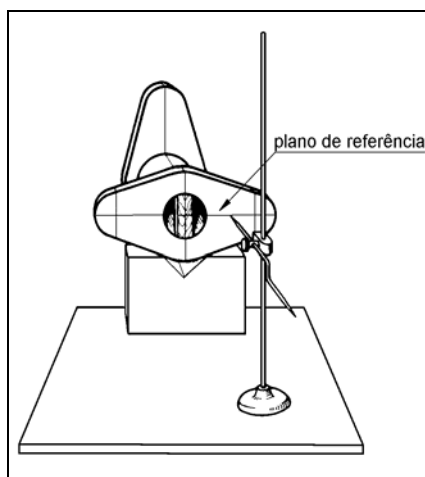


Fig. 3

Da mesma forma, o plano de referência pode coincidir com a superfície de referência.

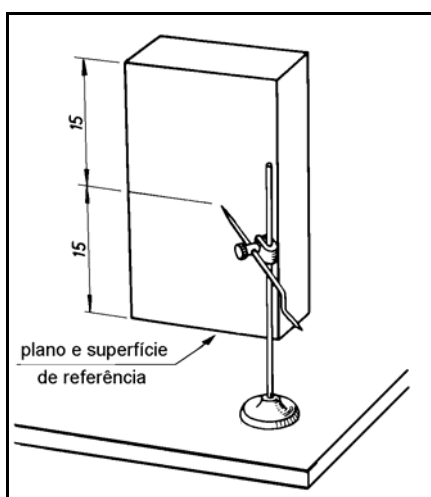


Fig. 4

Instrumentos e materiais para traçagem

Para realizar a traçagem é necessário ter alguns instrumentos e materiais. Os instrumentos são muitos e variados: mesa de traçagem, ou desempeno, escala, graminho, riscador, régua de traçar, suta, compasso, esquadro de centrar, cruz de centrar, punção e martelo, calços em V, macacos de altura variável, cantoneiras, cubo de traçagem.

Para cada etapa da traçagem um desses instrumentos ou grupo de instrumentos é usado. Assim, para apoiar a peça, usa-se a mesa de traçagem ou desempeno.

Para traçar, usa-se o riscador, o compasso e o graminho ou calibrador traçador.

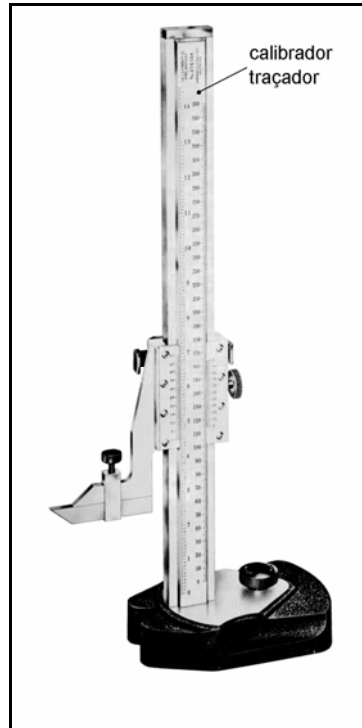


Fig. 4

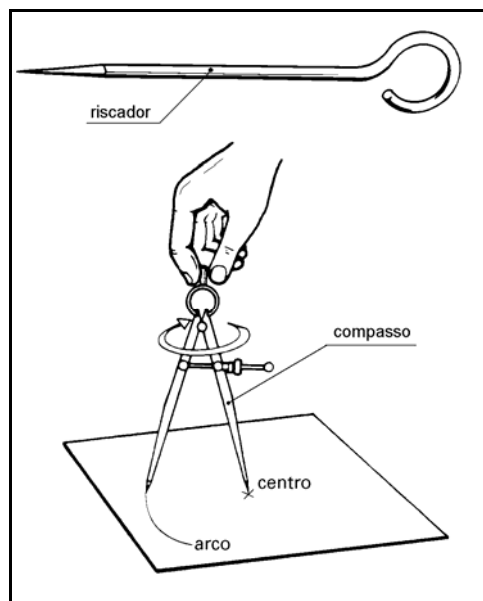


Fig. 5

Para que o traçado seja mais nítido, as superfícies das peças devem ser pintadas com soluções corantes. O tipo de solução depende da superfície do material e do controle do traçado. O quadro a seguir resume as informações sobre essas soluções.

Substância	Composição	Superfícies	Traçado
Verniz	Goma-laca, álcool, anilina	Lisas ou polidas	Rigorouso
Solução de alvaiade	Alvaiade, água ou álcool	Em bruto	Sem rigor
Gesso diluído	Gesso, água, cola comum de madeira, óleo de linhaça se-cante	Em bruto	Sem rigor
Gesso seco	Gesso comum (giz)	Em bruto	Pouco rigoroso
Tinta	Já preparada no comércio	Lisas	Rigorouso
Tinta negra especial	Já preparada no comércio	De metais claros	Qualquer

Tabela 3

Existem ocasiões em que é necessário retirar uma quantidade maior de material em um tempo menor, para facilitar a usinagem posterior. São operações intermediárias aparentemente simples, mas que são muito importantes na indústria mecânica. Você é capaz de dizer qual operação é essa?

Cortar pedaços de material é uma atividade muito comum no ambiente da mecânica. Ela compreende operações como **serrar** manualmente.

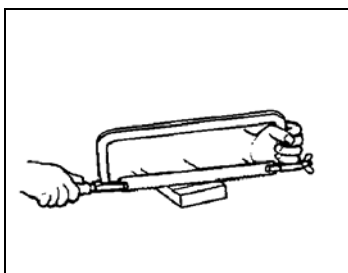


Fig. 6

Nem sempre na operação de corte é possível fazê-lo com a tesoura ou a guilhotina. Isso acontece quando é preciso cortar materiais de maior volume em pedaços menores destinados à usinagem. A finalidade do corte também determina a escolha da operação. Assim, se é necessário fazer cortes de contornos internos ou externos, previamente traçados, abrir fendas e rebaixos, a operação indicada é o serramento, operação de corte de materiais que usa a serra como ferramenta. O serramento pode ser feito manualmente ou com o auxílio de máquinas.

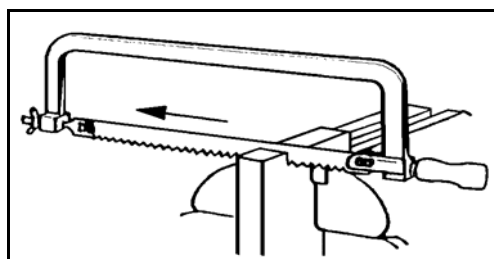


Fig. 7

Para se fazer o serramento manual, usa-se um arco de serra no qual se prende a lâmina de serra.

O quadro a seguir resume as principais características das lâminas de serra.

Serras	Material	Número de dentes	Formato e dimensões
Lâminas para operações manuais	Aço rápido (rígidas e flexíveis) Aço alto carbono (rígidas)	14, 18, 24 e 32 por polegada.	Lâminas com 8", 10" ou 12" de comprimento por 1/2" de largura.

Tabela 4

A escolha da lâmina de serra adequada ao trabalho dependerá do tipo de trabalho (manual ou por máquina), da espessura e do tipo do material. Não se esqueça de que esse quadro resume bastante as informações. Para mais detalhes, o bom profissional não dispensa a consulta a manuais e catálogos de fabricantes.

Quarta Aula



Nessa aula serão apresentadas a classificação dos tipos de lima e sua aplicação e as etapas para a operação de limagem.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Operação de limagem

A lima é uma ferramenta geralmente fabricada com aço-carbono temperado e cujas faces apresentam dentes cortantes chamados de picado.

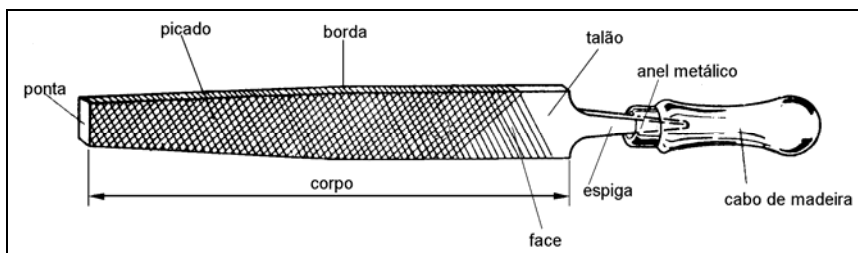




Fig. 8

A lima pode ser classificada por meio de várias características. Essas informações estão resumidas no quadro a seguir:

Classificação	Tipo	Aplicações
Quanto ao formato	 lima chata	Superfícies planas Superfícies planas internas em ângulo reto ou obtuso
	 lima quadrada	Superfícies planas em ângulo reto, rasgos internos e externos







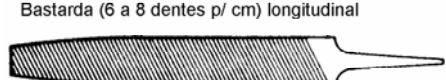
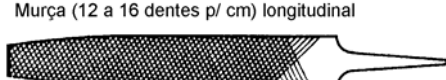
	 <p>lima redonda</p>	Superfícies côncavas, pequenos raios
	 <p>lima meia-cana</p>	Superfícies côncavas e planas
	 <p>lima triangular</p>	Superfícies em ângulo agudo maior que 60°.
	 <p>lima faca</p>	Superfícies em ângulo agudo menor que 60°.
Quanto à inclinação do picado	<p>simples</p> 	Materiais metálicos não-ferrosos (alumínio, chumbo)
	<p>duplo (cruzado)</p> 	Materiais metálicos ferrosos (aços, ferro fundido)
Quanto à quantidade ou espaçamento dos dentes	<p>Bastarda (6 a 8 dentes p/ cm) longitudinal</p> 	Desbaste (mais que 0,2mm)
	<p>Murça (12 a 16 dentes p/ cm) longitudinal</p> 	Acabamento (menos que 0,2mm)
Quanto ao comprimento	entre 4 e 12 polegadas (100 a 300 mm)	Variável, dependendo do tamanho da superfície a ser limada

Tabela 5

Para que as limas tenham uma durabilidade maior, são necessários alguns cuidados:









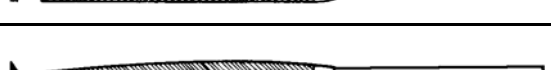
- 1 Usar as limas novas para limar metais mais macios como latão e bronze. Quando ela perder a eficiência para o corte desses materiais, usá-la para trabalhar ferro fundido que é mais duro.

- 2 Usar primeiramente um dos lados. Passe para o segundo lado somente quando o primeiro já estiver gasto.
- 3 Não limar peças mais duras do que o material com o qual a lima foi fabricada.
- 4 Usar lima de tamanho compatível com o da peça a ser limada.
- 5 Quanto mais nova a lima, menor deve ser a pressão sobre ela durante o trabalho.
- 6 As limas devem ser guardadas em suportes de madeira em locais protegidos contra a umidade.

Existe ainda um grupo especial de limas pequenas, inteiras de aço, chamadas de **limas agulhas**. Elas são usadas em trabalhos especiais como, por exemplo, para a limagem de furos de pequeno diâmetro, construção de ranhuras e acabamento de cantos vivos e outras superfícies de pequenas dimensões nas quais se requer rigorosa exatidão.

O comprimento total das limas agulhas varia entre 120 e 160 mm e o comprimento da parte com picado pode ser de 40, 60 e 80 mm.

Quanto ao picado e ao formato elas são semelhantes às limas comuns:

	redonda
	meia-cana
	plana de ponta
	amêndoa
	faca
	quadrada
	triangular
	plana cerrada
	triangular unilateral



	ranhurada
	rômbica

Tabela 6

Controle freqüentemente a planeza com o auxílio da régua de controle.

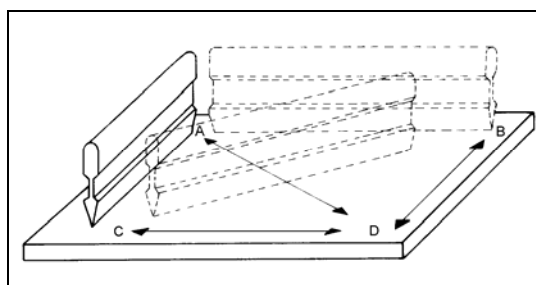


Fig. 9

Para evitar riscos na superfície limada, limpe os cavacos que se prendem ao picado da lima com o auxílio de uma escova ou raspador de latão ou cobre.

A operação da limagem é artesanal e seu resultado depende muito da habilidade do profissional. Aumentar a produtividade e uniformizar os resultados é o grande desafio da limagem.

Para o controle das superfícies perpendiculares, ou seja, a 90°, utilize um esquadro de fio, colocando contra a luz.

Quinta Aula



Nessa aula serão apresentados conceitos e normas de segurança para a utilização do moto-esmeril, bem como sua classificação e dos tipos de rebolo.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Operação de esmerilhar

Normas de segurança

Na afiação das ferramentas os acidentes são, em geral, causados pela quebra dos rebolos. Esse fato se deve a várias causas: ocorrência de trincas durante o transporte ou armazenamento dos rebolos, montagens defeituosas, excesso de velocidade no trabalho, pressão demasiada contra o rebolo de pouca espessura, contato muito brusco do rebolo com a peça a afiar.

Por isso, são necessárias as seguintes medidas preventivas: antes de qualquer operação verificar se o rebolo está em bom estado e se ele é adequado ao serviço a ser feito, limpar bem o rebolo e evitar choques e pressões excessivas sobre sua superfície para ele não estourar.

Equipamentos de Proteção Individual – EPI

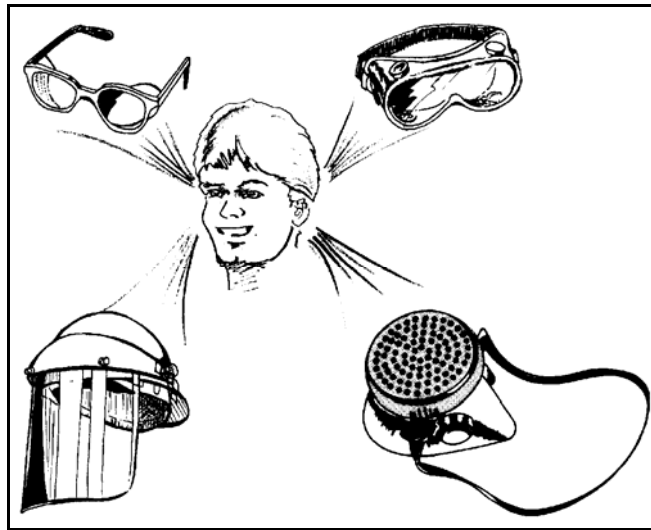


Fig 10

Para prevenir ferimentos, o operador deve observar os seguintes procedimentos:

- Ao iniciar a rotação, ficar de lado e não em frente do rebolo.
- Usar óculos de proteção.
- Em caso de usinagem a seco, ajustar um coletor de aspiração de pó junto ao protetor e usar máscara contra pó, para evitar inalação de poeira, prejudicial ao aparelho respiratório.
- Não usar roupas soltas e nunca desviar a atenção quando da utilização do mesmo, pois estará executando a operação com as mãos. Escolha e preparação de rebolos adequados para cada material.

Em caso de acidente, o operador deve proceder do seguinte modo:

- Declarar o acidente, relatando como ele ocorreu, o movimento, o lugar e as testemunhas.

- Somente permitir a retirada de ciscos dos olhos por pessoa competente, de preferência médico.
- No caso de queimaduras, limpar a ferida com água oxigenada ou com álcool, fazer um penso úmido e consultar logo o médico.

Tipos de moto-esmeril

São máquinas em que o operador esmerilha materiais, principalmente na afiação de ferramentas.

Constituição

É constituída geralmente de um motor elétrico, em cujo eixo se fixam em seus extremos, dois rebolos: um, constituído de grãos médios, serve para desbastar os materiais, e o outro, de grãos finos para acabamento dos gumes das ferramentas.

Moto-esmeril de pedestal

É utilizado em desbaste comum no preparo dos gumes das ferramentas manuais e das máquinas operatrizes em geral. A potência do motor elétrico mais usual é a de 1 cv, girando com 1.450 ou 1.750 rpm.

Observação: Existem motos-esmeris de pedestal com potência do motor até 4 cv. São utilizados, principalmente para desbastes grosseiros e rebarbar peças.



Fig. 11

Moto-esmeril de bancada

É fixado na bancada e seu motor elétrico tem a potência de $\frac{1}{4}$ até $\frac{1}{2}$ cv com 1.450 a 2.300 rpm. É utilizado para dar acabamento e reafiar os gumes das ferramentas.



Fig. 12

Condições de uso

O moto-esmeril e demais máquinas que operam com rebolos são as que causam maior índice de acidentes.

Para evitá-los é recomendável observar que:

- a) Ao montar o rebole no eixo do motor, as rotações indicadas no rebole devem coincidir com aproximação um pouco maior do que as do motor.
- b) Ao fixar o rebole, o furo deve ser justo e no esquadro com a face.
- c) O diâmetro externo do rebole deve ficar concentricamente ao eixo do motor; caso contrário, ao ligar o motor, produzirá vibrações e ondulações no material.

Retificação dos rebolos

Para retificar os rebolos utilizam-se retificadores especiais de vários tipos:

- 1 Retificadores com cortadores de aço temperado, em forma de discos ou de caneluras angulares.



Fig. 13

- 2 Retificador de rebolos com ponta de diamante

É muito utilizado na retificação de rebolos das retificadoras. Também se utiliza em rebolos de grãos finos das esmerilhadoras de bancada. As passadas devem ser bem finas e o tamanho do diamante deve ser sempre maior que o grão do abrasivo do rebolo, para evitar que seja arrancado do suporte.



Fig. 14

Cuidados no armazenamento e transporte de rebolos:

- Não empilhar rebolos, pois eles podem empenar ou quebrar. Além disso, o armazenamento deve ser em local apropriado. Veja a figura na seqüência :

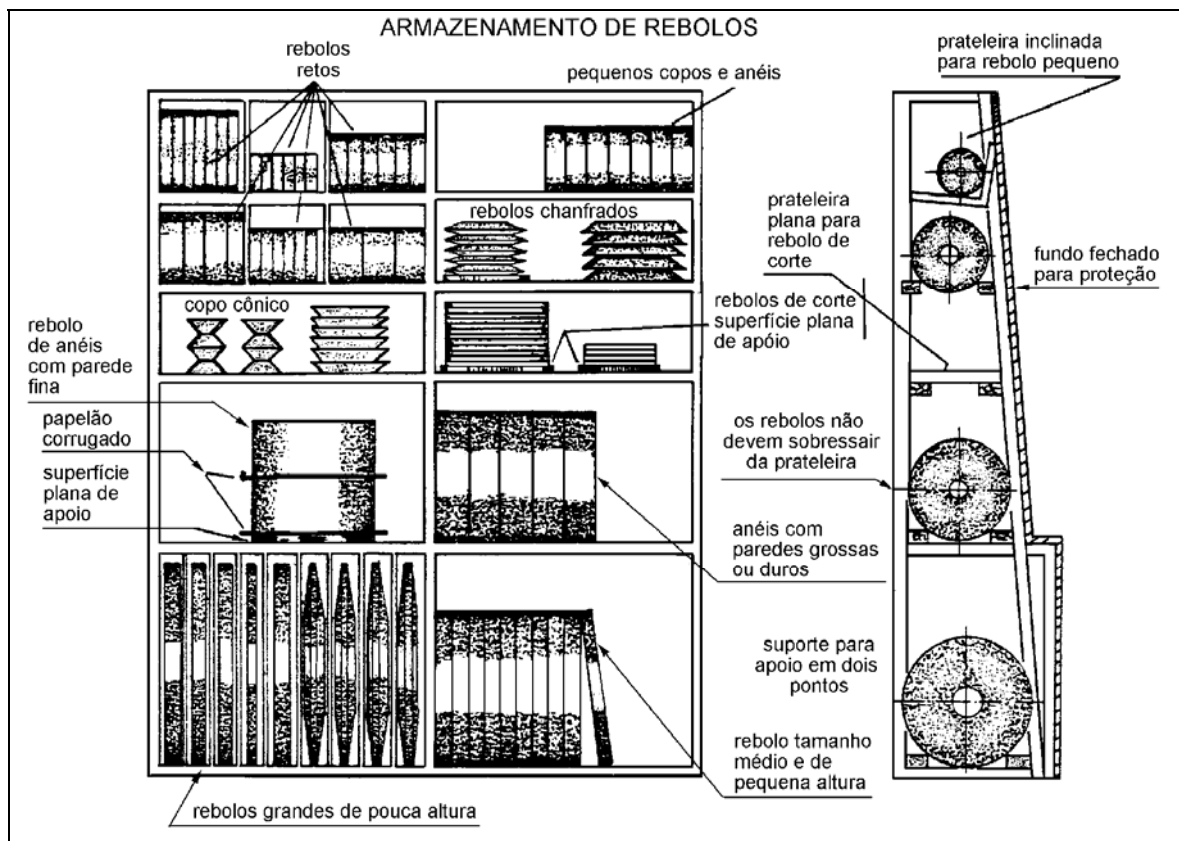


Fig. 14

Sexta Aula



Nessa aula serão apresentados os tipos de furadeiras, a nomenclatura das partes, seus acessórios, as principais operações realizadas em furadeiras, os cálculos aplicados, as etapas da operação de furar, os tipos e classificação de brocas, escareadores, rebaixadores, e alargadores, os tipos de afiação de brocas e o conceito de fluido de corte.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Operação de Furar

Tipos de furadeiras

Afinal, o que é uma furadeira? Furadeira é uma máquina-ferramenta destinada a executar as operações como a furação por meio de uma ferramenta chamada broca.

Furadeira portátil – É usada em montagens, na execução de furos de fixação de pinos, cavilhas e parafusos em peças muito grandes como turbinas, carrocerias, etc., quando há necessidade de trabalhar no próprio local devido ao difícil acesso de uma furadeira maior. É usada, também, em serviços de manutenção para extração de elementos de máquina (como parafusos, prisioneiros). Pode ser elétrica e também pneumática.



Fig. 15

Furadeira de coluna – É chamada de furadeira de coluna porque seu suporte principal é uma coluna na qual estão montados o sistema de transmissão de movimento, a mesa e a base. A coluna permite deslocar e girar o sistema de transmissão e a mesa, segundo o tamanho das peças.

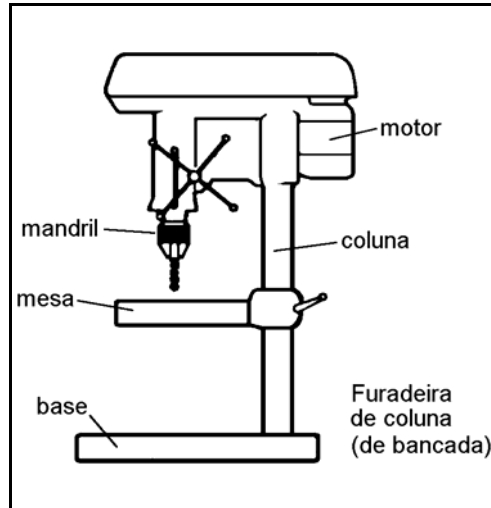


Fig. 16

A furadeira de coluna pode ser:

- a) **De bancada** (também chamada de sensitiva, porque o avanço da ferramenta é dado pela força do operador) – Por ter motores de pequena potência é empregada para fazer furos pequenos (1 a 12 mm). A transmissão de movimentos é feita por meio de sistema de polias e correias.
- b) **De piso** – Geralmente é usada para a furação de peças grandes com diâmetros maiores do que os das furadeiras de bancada. Possuem mesas giratórias que permitem maior aproveitamento em peças de formatos irregulares. Possuem, também, mecanismo para avanço automático do eixo árvore. Normalmente a transmissão de movimentos é feita por engrenagens.

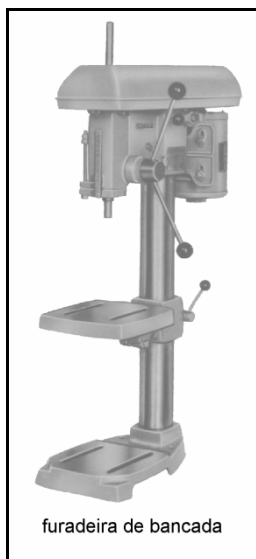


Fig. 17

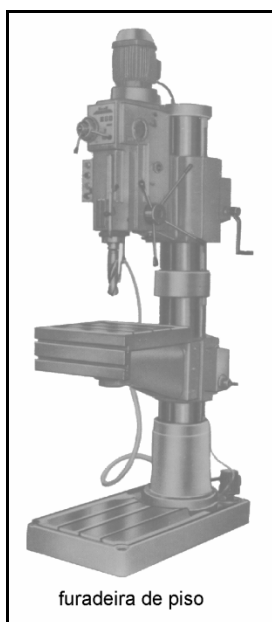


Fig. 18

Furadeira radial – É empregada para abrir furos em peças pesadas, volumosas ou difíceis de alinhar. Possui um potente braço horizontal que pode ser abaixado e levantado e é capaz de girar em torno da coluna. Esse braço, por sua vez, contém o eixo porta-ferramentas que também pode ser deslocado horizontalmente ao longo do braço. Isso permite furar em várias posições sem mover a peça. O avanço da ferramenta também é automático.

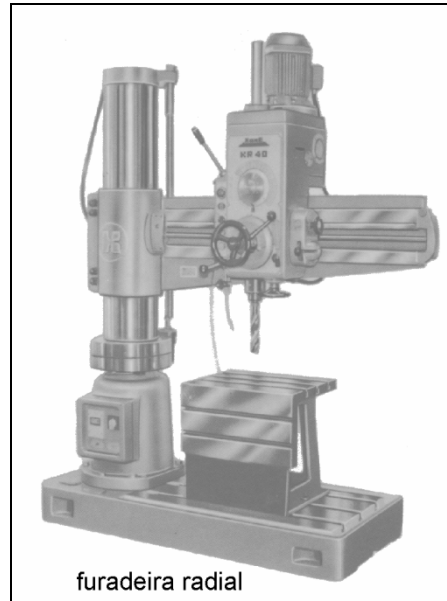


Fig. 19



Dica tecnológica: O eixo porta-ferramentas também é conhecido como cabeçote ou árvore da furadeira

As furadeiras podem ser identificadas por características como:

- Potência do motor
- Variação de rpm
- Deslocamento máximo do eixo principal
- Deslocamento máximo da mesa
- Distância máxima entre a coluna e o eixo principal

Acessórios das furadeiras

Para efetuar as operações, as furadeiras precisam ter acessórios que ajudem a prender a ferramenta ou a peça, por exemplo.

Os principais acessórios das furadeiras são:

- 1 **Mandril** – Este acessório tem a função de prender as ferramentas, com haste cilíndrica paralela. Para serem fixados na furadeira, eles são produzidos com rosca ou cone. Para a fixação da ferramenta, o aperto pode ser feito por meio de chaves de aperto. Existem também modelos de aperto rápido para trabalhos de precisão realizados com brocas de pequeno diâmetro. Seu uso é limitado pela medida máxima do diâmetro da ferramenta.

O menor mandril é usado para ferramentas com diâmetros entre 0,5 e 4 mm e o maior, para ferramentas de 5 a 26 mm.

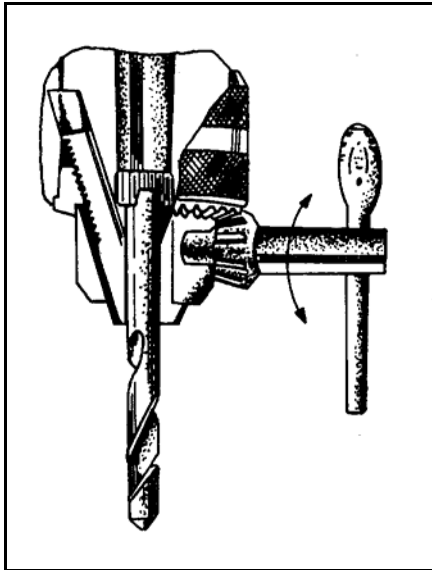


Fig. 20

- Buchas cônicas** – São elementos que servem para fixar o mandril ou a broca diretamente no eixo da máquina. Suas dimensões são normalizadas tanto para cones externos (machos) como para cones internos (fêmeas). Quando o cone interno (eixo ou árvore da máquina) for maior que o cone externo (da broca), usam-se buchas cônicas de redução. O sistema de cone Morse é o mais usado em máquinas-ferramenta e é padronizado com uma numeração de 0 a 6.
- Morsas** – São acessórios onde se fixa a peça a ser furada evitando sua movimentação durante a operação e garantindo a qualidade e dimensões do furo.

Cálculo de Rotações por Minuto – rpm

Velocidade de corte

De certa forma, o corte dos materiais para construção mecânica se parece com o corte de uma fatia de pão. Para cortar o pão, a faca é movimentada para frente e para trás, e a cada “passada” penetra um pouco mais no pão até finalmente cortá-lo.

Na usinagem, o metal (ou outro material) é cortado mais ou menos do mesmo modo. Dependendo da operação, a superfície da peça pode ser deslocada em relação à ferramenta, ou a ferramenta é deslocada em relação à superfície da peça. Em ambos os casos, tem-se como resultado o corte, ou desbaste do material. E para obter o máximo rendimento nessa operação, é necessário que tanto a ferramenta quanto a peça desenvolvam **velocidade de corte** adequada.

Velocidade de corte é o espaço que a ferramenta percorre, cortando um material dentro de um determinado tempo. Uma série de fatores influencia a velocidade de corte:

- Tipo de material da ferramenta
- Tipo de material a ser usinado
- Tipo de operação que será realizada
- Condições de refrigeração
- Condições da máquina etc.



Embora exista uma fórmula que expressa a velocidade de corte, ela é fornecida por tabelas que compatibilizam o tipo de operação com o tipo de material da ferramenta e o tipo de material a ser usinado.

Quando o trabalho de usinagem é iniciado, é preciso ajustar a rpm (número de rotações por minuto). Isso é feito tendo como dado básico a velocidade de corte.

Para calcular o número de rpm de uma máquina, emprega-se a fórmula:

$$\text{rpm} = \frac{V_c \cdot 1000}{D \cdot \pi} \quad \text{Fórmula simplificada: } \text{rpm} = \frac{V_c \cdot 318}{d}$$

A escolha de velocidade de corte correta é importantíssima tanto para a obtenção de bons resultados de usinagem quanto para a manutenção da vida útil da ferramenta e para o grau de acabamento.

Educador, reproduza a tabela a seguir para os jovens.



Tabela para de cálculo de rpm para uso de alargadores

Material a ser usinado	Tipo de alargador	Velocidade de corte m/min	Acima em mm/rpm			Fluido de corte
			até Ø 10 mm	até Ø 20 mm	acima de Ø 10 mm	
Aço até 50 kg/mm ²	Estrias retas ou à esquerda 45°	10 - 12	0,1 - 0,2	0,3	0,4	Emulsão
Aço acima de 50 - 70 kg/mm ²	Estrias retas ou à esquerda 45°	8 - 10	0,1 - 0,2	0,3	0,4	Emulsão
Aço acima de 70 - 90 kg/mm ²	Estrias retas	6 - 8	0,1 - 0,2	0,3	0,4	Emulsão ou óleo de corte
Aço acima de 90 kg/mm ²	Estrias retas	4 - 6	0,1 - 0,2	0,3	0,4	Emulsão ou óleo de corte
Ferro fundido até 220 HB	Estrias retas	8 - 10	0,2 - 0,3	0,4 - 0,5	0,5 - 0,6	Emulsão ou óleo de corte
Ferro fundido acima de 220 HB	Estrias retas	4 - 6	0,2	0,3	0,4	Emulsão ou óleo de corte
Aço inoxidável	Estrias retas ou eventualmente à direita	3 - 5	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,4	Óleo de corte
Latão	Estrias retas	10 - 12	até 0,3	0,4	0,5 - 0,6	A seco ou emulsão
Bronze	Estrias retas ou eventualmente à direita	3 - 8	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,4	Emulsão
Cobre eletrolítico	Estrias retas ou eventualmente à direita	8 - 10	0,1 - 0,2	0,2 - 0,3	0,5 - 0,6	Emulsão
Alumínio	Estrias à esquerda 45° ou estrias retas	15 - 20	até 0,3	0,4	0,5 - 0,6	A seco ou emulsão
Material sintético rígido	Estrias retas	3 - 5	até 0,3	até 0,5	0,5	A seco
Material sintético mole	Estrias retas	5 - 8	até 0,4	até 0,6	0,6	A seco

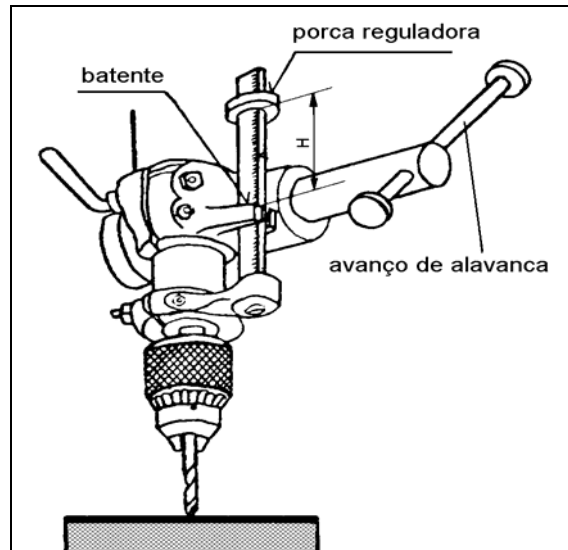
Tabela 7

Observação: No uso de alargadores com 45° podem ser aumentados a velocidade de corte e, especialmente, o avanço.

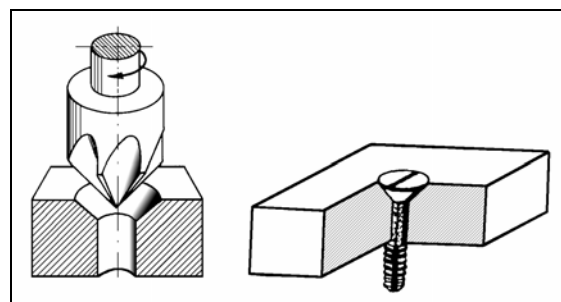
Operações na furadeira e etapas

O uso de furadeiras permite a realização de várias operações que se diferenciam pelo resultado que se quer obter e pelo tipo de ferramenta usado. Essas operações são:

- 1 **Furar** – Com o uso de uma broca; produz um furo cilíndrico.



- 2 **Escarear furo** – Consiste em tornar cônic a extremidade de um furo previamente feito, utilizando um escareador. O escareador permite que sejam alojados elementos de união tais como parafusos e rebites cujas cabeças têm formato cônic.



- 3 **Rebaixar furos** – Consiste em aumentar o diâmetro de um furo até uma profundidade determinada. O rebaixo destina-se a alojar cabeças de parafusos, rebites, porcas, buchas. Com esse rebaixo, elas ficam embutidas, apresentando melhor aspecto e evitando o perigo de acidentes com as partes salientes. Como a guia do

rebaixador é responsável pela centralização do rebaixo, é importante verificar seu diâmetro de modo que o diâmetro da broca que faz o furo inicial seja igual ao da guia.

Operações como alargar furos cilíndricos e cônicos e roscar podem também ser feitas em furadeiras, mas, por sua importância, elas serão estudadas nas próximas aulas.

As etapas para a realização de uma furação com broca helicoidal são as seguintes:

- a) Preparação da peça por meio de traçagem e puncionamento, já estudados.

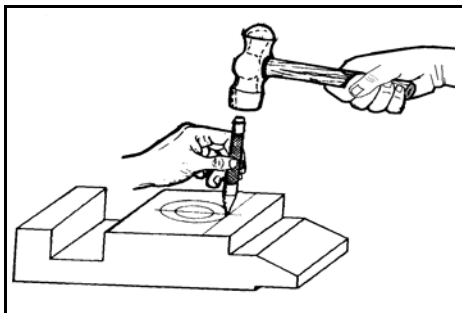


Fig. 23

- b) Fixação da peça na furadeira. Isso pode ser feito por meio de morsa, grampos, calços, suportes. Se o furo for vazar a peça, deve-se verificar se a broca é capaz de atravessar a peça sem atingir a morsa ou a mesa da máquina.
- c) Fixação da broca, por meio do mandril ou buchas de redução, verificando se o diâmetro, o formato e a afiação da ferramenta estão adequados. Ao segurar a broca deve-se tomar cuidado com as arestas cortantes.
- d) Regulagem da máquina – Calcular rpm, que você já estudou em Cálculo Técnico e, para máquinas de avanço automático, regular o avanço da ferramenta. Para isso, deve-se consultar as tabelas adequadas. Na operação de furar, deve-se considerar o tipo de furo, ou seja, se é passante ou não. No caso de furo não-passante, deve-se também regular previamente a profundidade de penetração da broca. A medição da profundidade do furo é sempre feita considerando-se a parede do furo sem a ponta da broca.
- e) Aproximação e centralização da ferramenta na marca puncionada na peça.
- f) Acionamento da furadeira e execução da furação. Ao se aproximar o fim do furo, o avanço da broca deve ser lento, porque existe a tendência de o material “puxar” a broca, o que pode ocasionar acidentes ou quebra da ferramenta. Se necessário, usar o fluido de corte adequado.

g) Verificação com o paquímetro.

O furo executado pela broca geralmente não é perfeito a ponto de permitir ajustes rigorosos. Por isso, quando são exigidos furos com exatidão de forma, dimensão e acabamento, torna-se necessário o uso de uma ferramenta de precisão denominada alargador.

Brocas

Na maioria das operações de furar na indústria mecânica são empregadas brocas iguais àquelas que usamos em casa, na furadeira doméstica. Ou igual àquela que o dentista usa para cuidar dos seus dentes: a broca helicoidal.

A broca helicoidal é uma ferramenta de corte de forma cilíndrica, fabricada com aço rápido, aço-carbono, ou com aço-carbono com ponta de metal duro. A broca de aço rápido pode também ser revestida com nitreto de titânio, o que aumenta a vida útil da ferramenta porque diminui o esforço do corte, o calor gerado e o desgaste da ferramenta. Isso melhora a qualidade de acabamento do furo e aumenta a produtividade, uma vez que permite o trabalho com velocidades de corte maiores. Para fins de fixação e afiação, ela é dividida em três partes: haste, corpo e ponta.

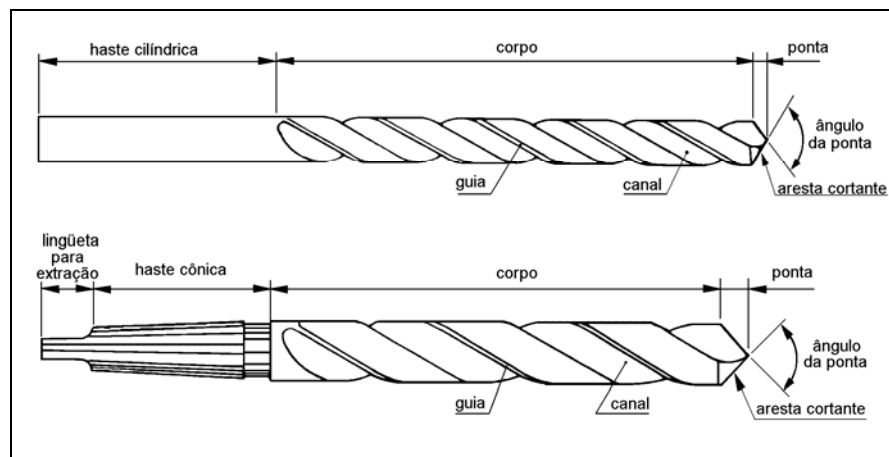


Fig. 24

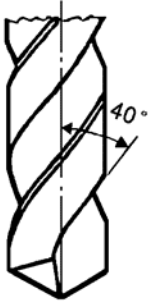
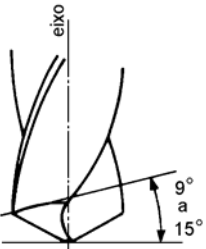
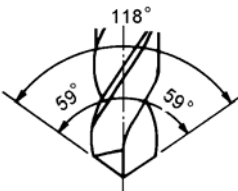
A haste é a parte que fica presa à máquina. Ela pode ser cilíndrica ou cônica, dependendo de seu diâmetro e modo de fixação.

O corpo é a parte que serve de guia e corresponde ao comprimento útil da ferramenta. Tem geralmente dois canais em forma de hélice espiralada.

A ponta é a extremidade cortante que recebe a afiação. Forma um ângulo de ponta que varia de acordo com o material a ser furado.

A broca corta com as suas duas arestas cortantes como um sistema de duas ferramentas. Isso permite formar dois cavacos simétricos.

A broca é caracterizada pelas dimensões, pelo material com o qual é fabricada e pelos seguintes ângulos:

<p>Ângulo de hélice (indicado pela letra grega γ, lê-se gama) – Auxilia no desprendimento do cavaco e no controle do acabamento e da profundidade do furo. Deve ser determinado de acordo com o material a ser furado: para material mais duro > ângulo mais fechado; para material mais macio > ângulo mais aberto. É formado pelo eixo da broca e a linha de inclinação da hélice.</p>	
<p>Ângulo de incidência ou folga (representado pela letra grega α, lê-se alfa) – Tem a função de reduzir o atrito entre a broca e a peça. Isso facilita a penetração da broca no material. Sua medida varia entre 6 e 15°. Ele também deve ser determinado de acordo com o material a ser furado: quanto mais duro é o material, menor é o ângulo de incidência.</p>	
<p>Ângulo de ponta (representado pela letra grega σ, lê-se sigma) – Corresponde ao ângulo formado pelas arestas cortantes da broca. Também é determinado pela dureza do material a ser furado.</p>	

É muito importante que as arestas cortantes tenham o mesmo comprimento e formem ângulos iguais em relação ao eixo da broca ($A = A'$).



Tabela 8

Brocas especiais

Além da broca helicoidal existem outros tipos de brocas para usinagens especiais. Elas são por exemplo:

- a) **Broca de centrar** – É usada para abrir um furo inicial que servirá como guia no local do furo que será feito pela broca helicoidal. Além de furar, esta broca produz simultaneamente chanfros. Ela permite a execução de furos de centro nas peças que vão ser torneadas, fresadas ou retificadas. Esses furos permitem que a peça seja fixada por dispositivos especiais (entre pontas) e tenha movimento giratório.

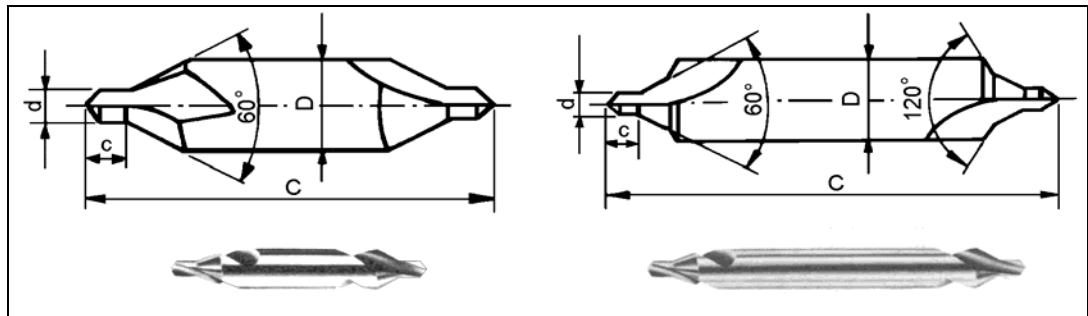


Fig. 25

- b) **Broca escalonada ou múltipla** – Serve para executar furos e rebaxos em uma única operação. É empregada em grande produção industrial.

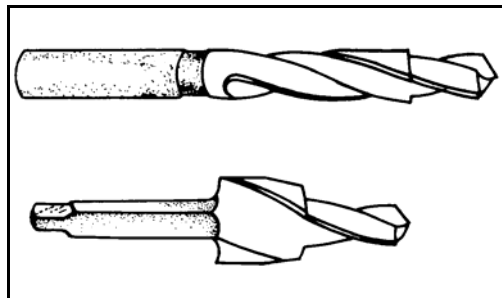


Fig. 26

Escareadores e rebaixadores

Nas operações de montagem de máquinas, é necessário embutir parafusos que não devem ficar salientes. Nesse caso, a furação com uma broca comum não é indicada. Para esse tipo de trabalho usam-se ferramentas diferentes de acordo com o tipo de rebaixo ou alojamento que se quer obter.

Assim, para rebaixos cônicos, como para parafusos de cabeça escareada com fenda, emprega-se uma ferramenta chamada de escareador. Essa ferramenta apresenta um ângulo de ponta que pode ser de 60, 90 ou 120° e pode ter o corpo com formato cilíndrico ou cônico.

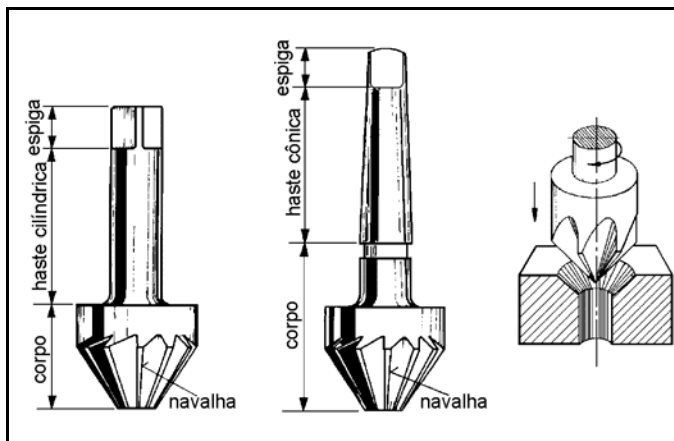


Fig. 27

Tanto para executar rebaixos cilíndricos como para alojar parafusos Allen com cabeça cilíndrica sextavada, usa-se o rebaixador cilíndrico com guia.

Tanto para os rebaixos cilíndricos quanto para os cônicos, deve-se fazer previamente um furo com broca.

Todas essas ferramentas necessitam de máquinas que as movimentem para que a operação seja realizada.

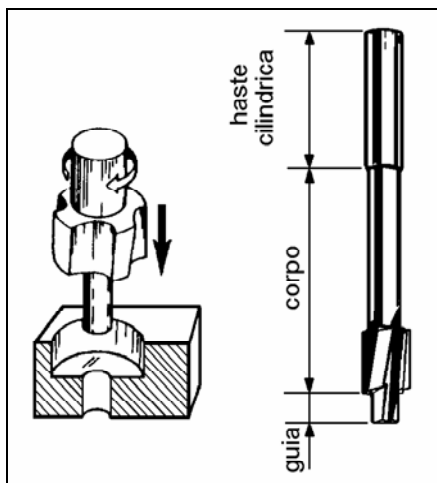


Fig. 28

Alargador

O furo executado com a broca geralmente não é perfeito a ponto de permitir ajustes de exatidão, com rigorosa qualidade de usinagem. Isso pode ser um problema, pois a execução de furos de dimensões e formas exatas constitui um pré-requisito exigido pela moderna produção em série que necessita de peças que podem ser trocadas entre si.

Esse tipo de necessidade é preenchido pela utilização de uma ferramenta especial que permite a execução das operações que dão aos furos previamente feitos concentricidade e as dimensões exigidas.

Alargar um furo é dar a ele perfeito acabamento, com uma superfície rigorosamente cilíndrica e lisa. Com essa operação, é possível também corrigir um furo ligeiramente derivado, ou seja, excêntrico. O diâmetro obtido tem uma exatidão de até 0,02 mm ou menos. O resultado dessa operação chama-se também calibração.

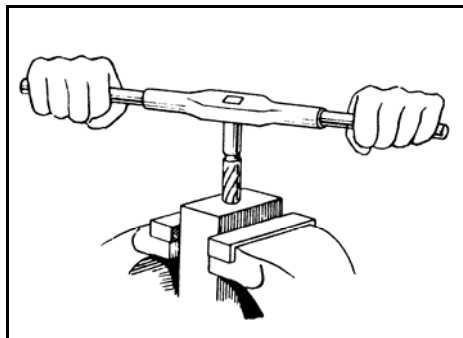


Fig. 29

Os furos alargados podem ser cilíndricos ou cônicos. São obtidos com uma ferramenta chamada alargador, que pode ser usada manualmente ou fixada a uma máquina-ferramenta como a furadeira, o torno, a mandriladora, etc.

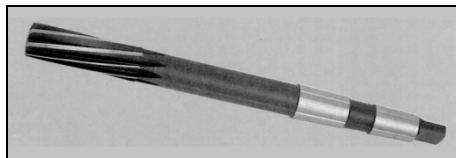


Fig. 30

Alargar: operações e etapas

As operações de alargar são semelhantes, sejam feitas por máquina ou manualmente. Os trabalhos feitos com máquinas são mais rápidos, têm melhor acabamento e fornecem furos de diâmetros maiores. Essas operações são:

Alargar, manualmente, furo com alargador cilíndrico – Usa-se na produção de ajustes com a finalidade de introduzir eixos ou buchas cilíndricas.

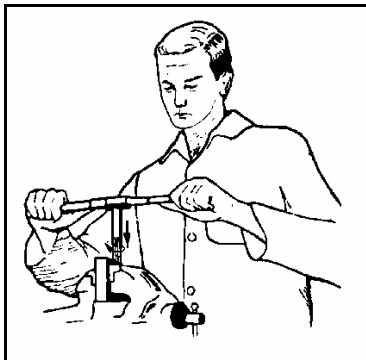


Fig. 31

Alargar, manualmente, furo com alargador cônico – Utiliza-se para obter furos padronizados com a finalidade de introduzir pinos, eixos ou buchas cônicas. O furo que antecede a passagem do alargador deve ser igual ao diâmetro que se mede à distância correspondente a $\frac{1}{4}$ do comprimento total do corpo da ferramenta a partir de sua ponta.

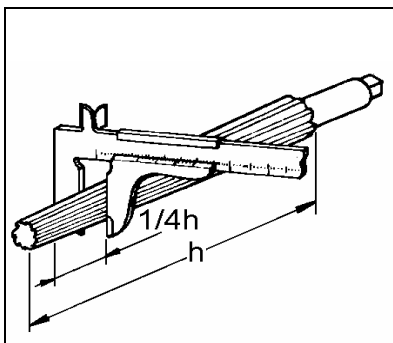


Fig. 32

Reafiação de brocas

Tipos de afiação

Da mesma forma como os ângulos da broca estão relacionados ao tipo de material a ser furado, os tipos de broca são também escolhidos segundo esse critério. O quadro a seguir mostra a relação entre esses ângulos, o tipo de broca e o material.

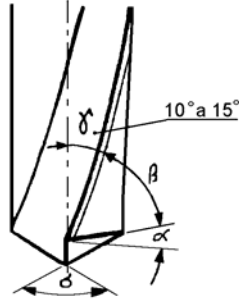
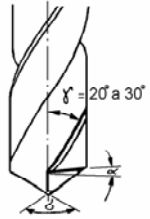
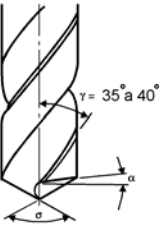
Ângulo da broca	Classificação quanto ao ângulo de hélice	Ângulo da ponta (σ)	Aplicação
	Tipo H – para materiais duros, tenazes e/ou que produzem cavaco curto (dês=continuo).	80° 118° 140°	Materiais prensados, ebonite, náilon, PVC, mármore, granito. Ferro fundido duro, latão, bronze, celeron, baquelite. Aço de alta liga.
	Tipo N – para materiais de tenacidade e dureza normais.	130° 118°	Aço alto carbono. Aço macio, ferro fundido, latão e níquel.
	Tipo W – para materiais macios e/ou que produzem cavaco longo.	130°	Alumínio, zinco, cobre, madeira, plástico.

Tabela 9

Quando uma broca comum não proporciona um rendimento satisfatório em um trabalho específico e a quantidade de furos não justifica a compra de uma broca especial, pode-se fazer algumas modificações nas brocas do tipo N e obter os mesmos resultados.

Pode-se por exemplo modificar o ângulo da ponta, tornando-o mais obtuso. Isso proporciona bons resultados na furação de materiais duros, como aços de alto carbono.

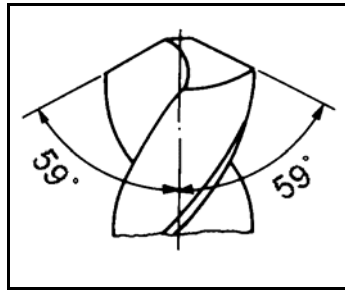


Fig. 33

Para a usinagem de chapas finas são freqüentes duas dificuldades: a primeira é que os furos obtidos não são redondos; a segunda é que a parte final do furo na chapa apresenta-se com muitas rebarbas. A forma de evitar esses problemas é afiar a broca de modo que o ângulo de ponta fique muito mais obtuso.

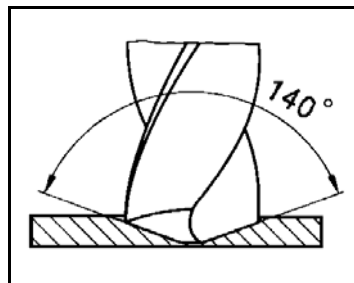


Fig. 34

Para a usinagem de ferro fundido, primeiramente afia-se a broca com um ângulo normal de 118°. Posteriormente, a parte externa da aresta principal de corte, medindo 1/3 do comprimento total dessa aresta, é afiada com 90°.

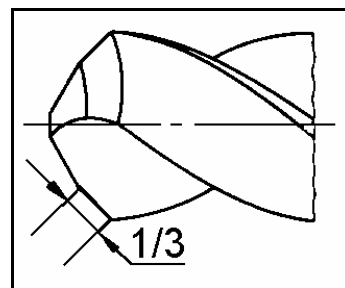


Fig. 35

Fluidos de corte

Não existe corte sem atrito e não existe atrito que não gere calor, por mínimo que seja.

Podemos verificar o estrago que o atrito pode fazer durante a usinagem, tanto na ferramenta quanto na peça. Quanto maiores forem as velocidades de corte, maior será a temperatura gerada pelo atrito.

Assim é necessário refrigerar a ferramenta e a peça durante a usinagem com fluidos específicos que têm a função de, além de refrigerar, lubrificar o corte, garantindo maior durabilidade à ferramenta e sem modificar as propriedades da peça.



Sétima Aula

Nessa aula serão apresentados o conceito de rosca, sentido de direção das roscas e sua nomenclatura, classificação, aplicação e os tipos de parafusos, porcas, arruelas, suas nomenclaturas e aplicação.



Passo 1 / Aula teórica



20 min

Roscas, parafusos, porcas e arruelas

Conceito de rosca

Rosca é um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica.

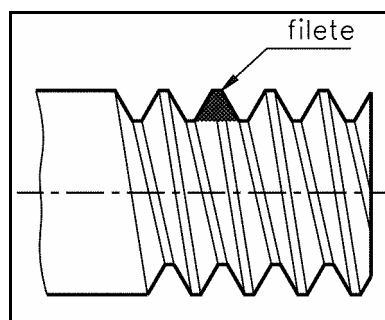


Fig. 35

As roscas podem ser internas ou externas. As roscas internas encontram-se no interior das porcas. As roscas externas se localizam no corpo dos parafusos.

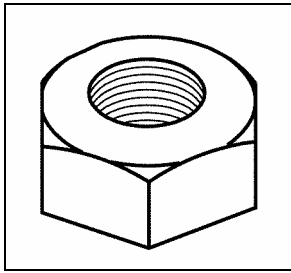


Fig. 36

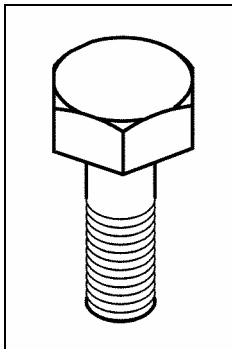


Fig. 37

As roscas permitem a união e desmontagem de peças.

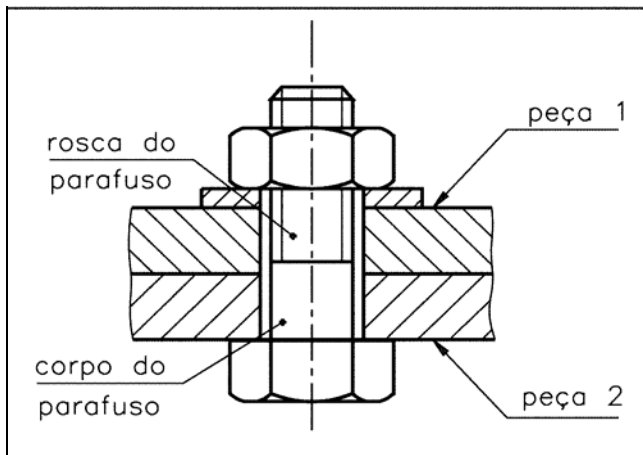


Fig. 38

Permitem, também, movimento de peças. O parafuso que movimenta a mandíbula móvel da morsa é um exemplo de movimento de peças.

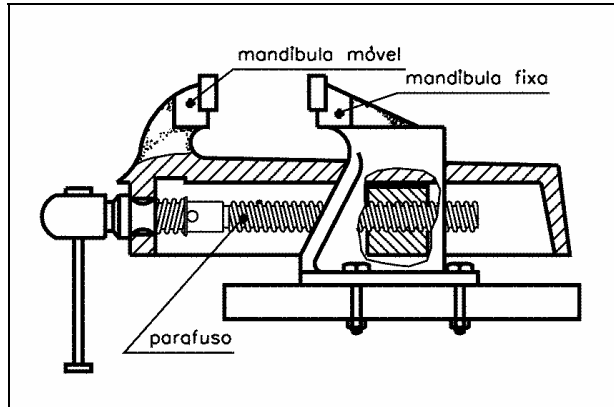


Fig. 39

Os filetes das roscas apresentam vários perfis. Esses perfis, sempre uniformes, dão nome às roscas e condicionam sua aplicação.




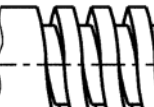
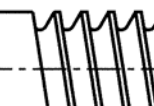
Tipos de roscas (perfis) Perfil de filete	Aplicação
 triangular	Parafusos e porcas de fixação na união de peças. Ex.: Fixação da roda do carro.
 trapezoidal	Parafusos que transmitem movimento suave e uniforme. Ex.: Fusos de máquinas.
 redondo	Parafusos de grandes diâmetros sujeitos a grandes esforços. Ex.: Equipamentos ferroviários.
 quadrado	Parafusos que sofrem grandes esforços e choques. Ex.: Prensas e morsas.
 rosca dente-de-serra	Parafusos que exercem grande esforço num só sentido.

Tabela 10

Sentido de direção da rosca

Dependendo da inclinação dos filetes em relação ao eixo do parafuso, as roscas ainda podem ser direita e esquerda. Portanto, as roscas podem ter dois sentidos: à direita ou à esquerda.

Na rosca direita, o filete sobe da direita para a esquerda, conforme a figura.

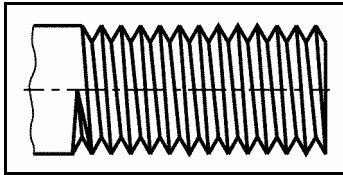


Fig. 40

Na rosca esquerda, o filete sobe da esquerda para a direita, conforme a figura.

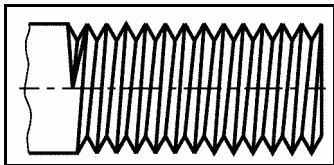


Fig. 40

Nomenclatura da rosca

Independentemente da sua aplicação, as roscas têm os mesmos elementos, variando apenas os formatos e dimensões.

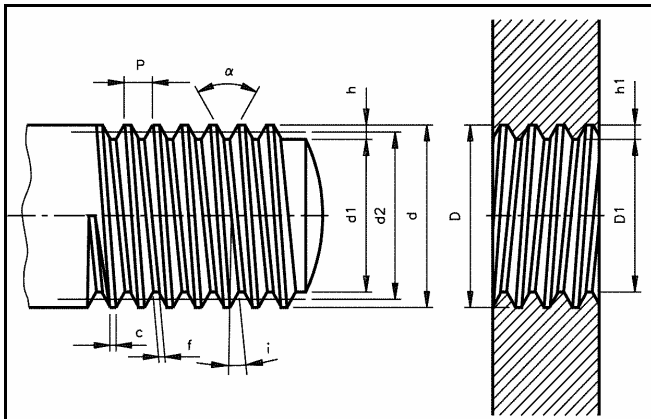


Fig. 41

P = passo (em mm)	i = ângulo da hélice
d = diâmetro externo	c = crista
d ₁ = diâmetro interno	D = diâmetro do fundo da porca
d ₂ = diâmetro do flanco	D ₁ = diâmetro do furo da porca
a = ângulo do filete	h ₁ = altura do filete da porca
f = fundo do filete	h = altura do filete do parafuso

Classificação das roscas

Roscas triangulares

As roscas triangulares classificam-se, segundo o seu perfil, em três tipos:

- Rosca métrica
- Rosca Whitworth
- Rosca americana

Para nosso estudo, vamos detalhar apenas dois tipos: a métrica e a Whitworth.

A rosca métrica fina, num determinado comprimento, possui maior número de filetes do que a rosca normal. Permite melhor fixação da rosca, evitando afrouxamento do parafuso, em caso de vibração de máquinas. Exemplo: em veículos.

A fórmula para confecção das roscas Whitworth normal e fina é a mesma. Apenas variam os números de filetes por polegada.

Apresentamos a seguir as tabelas das roscas métricas de perfil triangular normal e fina e Whitworth normal - BSW e Whitworth fina – BSF.

Educador, reproduza as tabelas a seguir e as distribua aos jovens para manipulação e consulta.



TABELAS DE ROSCAS								
ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR								
SÉRIE NORMAL								
EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal)	Menor	Altura do filete	Raio da raiz da rosca externa	Maior	Menor	Raio da raiz da rosca interna	Passo	Efetivo
d (mm)	d ₁ (mm)	h _e (mm)	r _{re} (mm)	D (mm)	D ₁ (mm)	r _{ri} (mm)	P (mm)	d ₂ D ₂ (mm)
1	0,693	0,153	0,036	1,011	0,729	0,018	0,25	0,837
1,2	0,893	0,153	0,036	1,211	0,929	0,018	0,25	1,038
1,4	1,032	0,184	0,043	1,413	1,075	0,022	0,3	1,205
1,6	1,171	0,215	0,051	1,616	1,221	0,022	0,35	1,373
1,8	1,371	0,215	0,051	1,816	1,421	0,022	0,35	1,573
2	1,509	0,245	0,058	2,018	1,567	0,025	0,4	1,740
2,2	1,648	0,276	0,065	2,220	1,713	0,028	0,45	1,908
2,5	1,948	0,276	0,065	2,520	2,013	0,028	0,45	2,208
3	2,387	0,307	0,072	3,022	2,459	0,031	0,5	2,675
3,5	2,764	0,368	0,087	3,527	2,850	0,038	0,6	3,110
4	3,141	0,429	0,101	4,031	3,242	0,044	0,7	3,545
4,5	3,680	0,460	0,108	4,534	3,690	0,047	0,75	4,013
5	4,019	0,491	0,115	5,036	4,134	0,051	0,8	4,480
6	4,773	0,613	0,144	6,045	4,917	0,06	1	5,350
7	5,773	0,613	0,144	7,045	5,917	0,06	1	6,350
8	6,466	0,767	0,180	8,056	6,647	0,08	1,25	7,188
9	7,466	0,767	0,180	9,056	7,647	0,08	1,25	8,188
10	8,160	0,920	0,217	10,067	8,376	0,09	1,5	9,026
11	9,160	0,920	0,217	11,067	9,376	0,09	1,5	10,026
12	9,833	1,074	0,253	12,079	10,106	0,11	1,75	10,863
14	11,546	1,227	0,289	14,090	11,835	0,13	2	12,701
16	13,546	1,227	0,289	16,090	13,835	0,13	2	14,701
18	14,933	1,534	0,361	18,112	15,294	0,16	2,5	16,376
20	16,933	1,534	0,361	20,112	17,294	0,16	2,5	18,376
22	18,933	1,534	0,361	22,112	19,294	0,16	2,5	20,376
24	20,319	1,840	0,433	24,135	20,752	0,19	3	22,051
27	23,319	1,840	0,433	27,135	23,752	0,19	3	25,051
30	25,706	2,147	0,505	30,157	26,211	0,22	3,5	27,727
33	28,706	2,147	0,505	33,157	29,211	0,22	3,5	30,727
36	31,093	2,454	0,577	36,180	31,670	0,25	4	33,402
39	34,093	2,454	0,577	39,180	34,670	0,25	4	36,402
42	36,479	2,760	0,650	42,102	37,129	0,28	4,5	39,077

Tabela 11



TABELAS DE ROSCAS								
ROSCA MÉTRICA DE PERFIL TRIANGULAR SÉRIE FINA								
EXTERNA (PARAFUSO)				INTERNA (PORCA)			EXTERNA E INTERNA (PARAFUSO E PORCA)	
Maior (nominal)	Menor	Altura do filete	Raio da raiz da rosca externa	Maior	Menor	Raio da raiz da rosca interna	Passo	Efetivo
d (mm)	d ₁ (mm)	h _e (mm)	r _{re} (mm)	D (mm)	D ₁ (mm)	r _{ri} (mm)	P (mm)	d ₂ D ₂ (mm)
1,6	1,354	0,123	0,029	1,609	1,384	0,013	0,2	1,470
1,8	1,554	0,123	0,029	1,809	1,584	0,013	0,2	1,670
2	1,693	0,153	0,036	2,012	1,730	0,157	0,25	1,837
2,2	1,893	0,153	0,036	2,212	1,930	0,157	0,25	2,038
2,5	2,070	0,215	0,050	2,516	2,121	0,022	0,35	2,273
3	2,570	0,215	0,050	3,016	2,621	0,022	0,35	2,773
3,5	3,070	0,215	0,050	3,516	3,121	0,022	0,35	3,273
4	3,386	0,307	0,072	4,027	3,459	0,031	0,5	3,673
4,5	3,886	0,307	0,072	5,527	3,959	0,031	0,5	4,175
5	4,386	0,307	0,072	5,027	4,459	0,031	0,5	4,675
5,5	4,886	0,307	0,072	5,527	4,959	0,031	0,5	5,175
6	5,180	0,460	0,108	6,034	5,188	0,047	0,75	5,513
7	6,180	0,460	0,108	7,034	6,188	0,047	0,75	6,513
8	7,180	0,460	0,108	8,034	7,188	0,047	0,75	7,513
8	6,773	0,613	0,144	8,045	6,917	0,06	1	7,350
9	8,180	0,460	0,108	9,034	8,188	0,047	0,75	8,513
9	7,773	0,613	0,144	9,045	7,917	0,06	1	8,350
10	9,180	0,460	0,108	10,034	9,188	0,047	0,75	9,513
10	8,773	0,613	0,144	10,045	8,917	0,06	1	9,350
10	8,466	0,767	0,180	10,056	8,647	0,08	1,25	8,625
11	10,180	0,460	0,108	11,034	10,188	0,047	0,75	10,513
11	9,773	0,613	0,144	11,045	9,917	0,06	1	10,350
12	10,773	0,613	0,144	12,045	10,917	0,06	1	11,350
12	10,466	0,767	0,180	12,056	10,647	0,08	1,25	11,187
12	10,160	0,920	0,217	12,067	10,376	0,09	1,5	11,026
14	12,773	0,613	0,144	14,045	12,917	0,06	1	13,350
14	12,466	0,767	0,180	14,056	12,647	0,08	1,25	13,187
14	12,160	0,920	0,217	14,067	12,376	0,09	1,5	13,026
15	13,773	0,613	0,144	15,045	13,917	0,06	1	14,350
15	13,160	0,920	0,217	15,067	13,376	0,09	1,5	14,026
16	14,773	0,613	0,144	16,045	14,917	0,06	1	15,350
16	14,160	0,920	0,217	16,067	14,376	0,09	1,5	15,026
17	15,773	0,613	0,144	17,045	15,917	0,06	1	16,350
17	15,160	0,920	0,217	17,067	16,376	0,09	1,5	16,026
18	16,773	0,613	0,144	18,045	16,917	0,06	1	17,350

Tabela 12



TABELA DE ROSCAS									
SISTEMA INGLÊS		WHIT. GROSSA		- BSW		WHIT. FINA		- BSF	
Diâmetro nominal em pol.	Número de fios		Brocas		Diâmetro nominal em pol.	Número de fios		Brocas	
	BSW	BSF	Pol.	(mm)		BSW	BSF	Pol.	(mm)
1/16	60	-	3/64	1,2	9/16	12	-	31/64	12,5
3/32	48	-	5/64	1,9		-	16	1/2	13
1/8	40	-	3/32	2,6	5/8	11	-	17/32	13,5
5/32	32	-	1/8	3,2		-	14	9/16	14
3/16	24	-	9/64	3,75	11/16	11	-	19/32	15
7/32	24	-	11/64	4,5		-	14	5/8	15,5
1/4	20	-	13/64	5,1	3/4	10	-	1/32	16,5
	-	26	7/32	5,4		-	12	43/64	17
9/32	26	-	1/4	6,2	7/8	9	-	49/64	19,5
						-	11	25/32	20
5/16	18	-	17/64	6,6	1	8	-	7/8	22,5
	-	22	17/64	6,8		-	10	29/32	23
3/8	16	-	5/16	8	1 1/8	7	-	63/64	25
	-	20	21/64	8,3		-	9	1 1/64	26
7/16	14	-	3/8	9,4	1 1/4	7	-	1 7/64	28
	-	18	25/64	9,75		-	9	1 9/64	29
1/2	12	-	27/64	10,5	1 3/8	6	-	1 7/32	31
	-	16	7/16	11		-	8	1 1/4	32
					1 1/2	6	-	1 11/32	34
						-	8	1 3/8	35

Tabela 13

Parafusos

Parafusos são elementos de fixação empregados na união não permanente de peças. Isto é, as peças podem ser montadas e desmontadas facilmente, bastando apertar e desapertar os parafusos que as mantêm unidas.

Os parafusos se diferenciam pela forma da rosca, da cabeça, da haste e do tipo de acionamento.

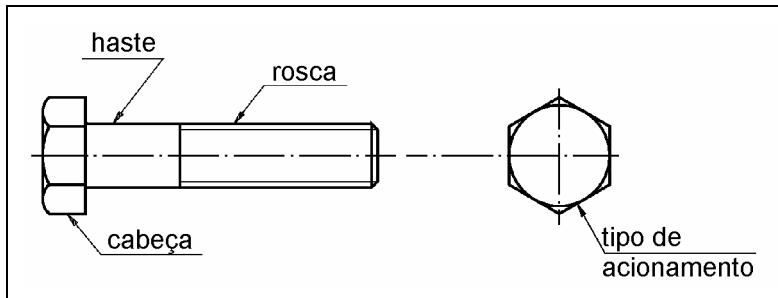


Fig. 42

Observação: O tipo de acionamento está relacionado com o tipo de cabeça do parafuso. Por exemplo, um parafuso de cabeça sextavada é acionado por chave de boca ou de estria.

Em geral, o parafuso é composto de duas partes: cabeça e corpo.

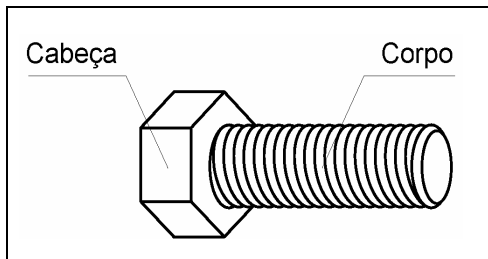


Fig. 43

O corpo do parafuso pode ser cilíndrico ou cônico, totalmente roscado ou parcialmente roscado. A cabeça pode apresentar vários formatos; porém, há parafusos sem cabeça.

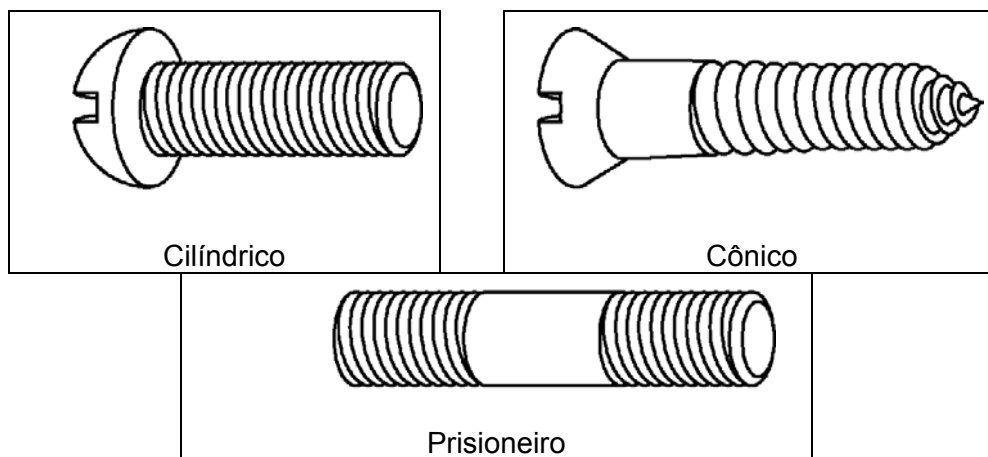


Fig. 44

Porcas

Porca é uma peça de forma prismática ou cilíndrica geralmente metálica, com um furo roscado no qual se encaixa um parafuso, ou uma barra roscada. Em conjunto com um parafuso, a porca é um acessório amplamente utilizado na união de peças.

A porca está sempre ligada a um parafuso. A parte externa tem vários formatos para atender a diversos tipos de aplicação. Assim, existem porcas que servem tanto como elementos de fixação como de transmissão.

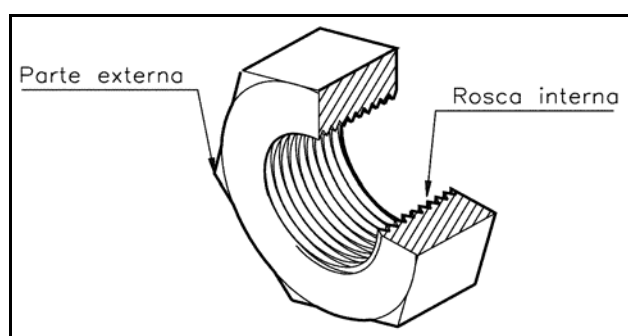


Fig. 45

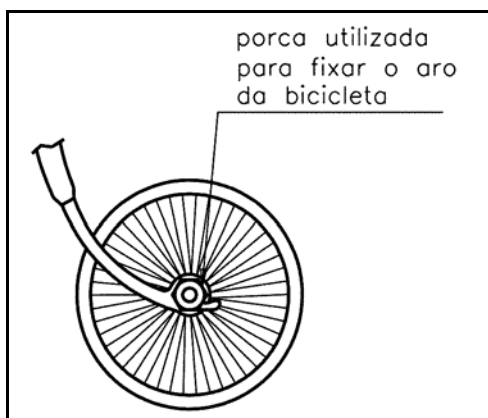


Fig. 46

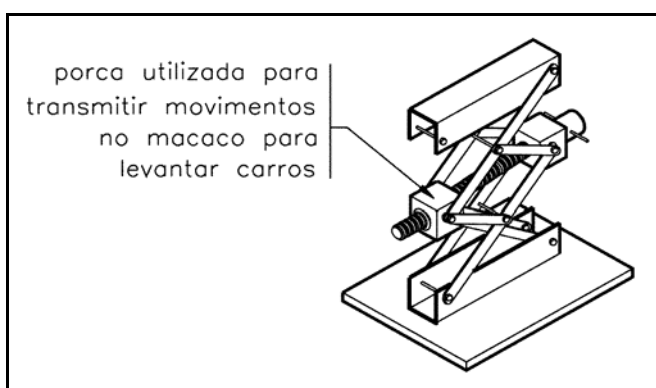


Fig. 47

As porcas são fabricadas de diversos materiais: aço, bronze, latão, alumínio, plástico.

Há casos especiais em que as porcas recebem banhos de galvanização, zincagem e bicromatização para protegê-las contra oxidação (ferrugem).

Tipos de porca

As mais conhecidas são as porcas sextavadas, porém há outros tipos, tais como para aperto manual, onde são mais usados os tipos de porca borboleta, recartilhada alta e recartilhada baixa.

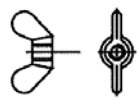
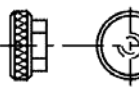
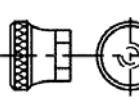
	porca borboleta
	porca recartilhada baixa
	porca recartilhada alta

Fig. 48

As porcas cega baixa e cega alta, além de propiciarem boa fixação, deixam as peças unidas com melhor aspecto.

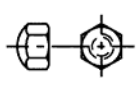
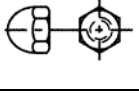
	porca cega baixa
	porca cega alta

Fig. 49

Arruelas

As arruelas têm a função de distribuir igualmente a força de aperto entre a porca, o parafuso e as partes montadas. Em algumas situações, também funcionam como elementos de trava.

Os materiais mais utilizados na fabricação das arruelas são aço-carbono, cobre e latão.

Tipos de arruela

Existem vários tipos de arruela: lisa, de pressão, dentada.

Para cada tipo de trabalho, existe um tipo ideal de arruela.

Arruela lisa

Além de distribuir igualmente o aperto, a arruela lisa tem, também, a função de melhorar os aspectos do conjunto.

A arruela lisa por não ter elemento de trava é utilizada em órgãos de máquinas que sofrem pequenas vibrações.

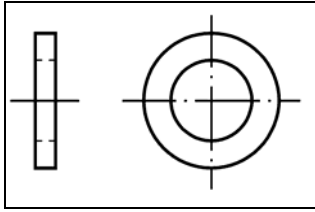


Fig. 50

Arruela de pressão

A arruela de pressão é utilizada na montagem de conjuntos mecânicos, submetidos a grandes esforços e grandes vibrações. A arruela de pressão funciona, também, como elemento de trava, evitando o afrouxamento do parafuso e da porca. É, ainda, muito empregada em equipamentos que sofrem variação de temperatura (automóveis, prensas, etc.).

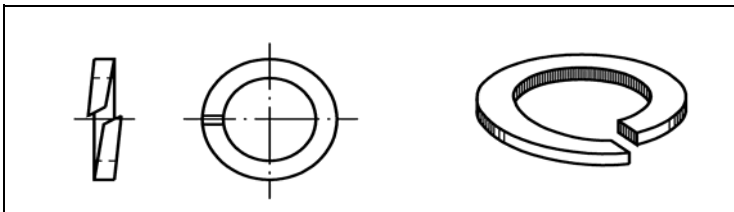


Fig. 51

Educador, providencie modelos de parafusos, porcas e arruelas para demonstrar aos jovens.



Oitava Aula

Nessa aula serão apresentadas as ferramentas e acessórios para abrir roscas internas e externas manualmente, sua nomenclatura e a importância do fluido de corte na usinagem.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Ferramentas para abrir roscas internas e externas

Ferramentas para abrir rosca interna

A ferramenta utilizada para a operação de roscamento interno é chamada macho para roscar. Ele é geralmente fabricado de aço rápido para operações manuais e à máquina.

Os machos para roscar manuais são geralmente mais curtos e apresentados em jogos de 2 peças (para roscas finas) ou 3 peças (para roscas normais) com variações na entrada da rosca e no diâmetro efetivo.

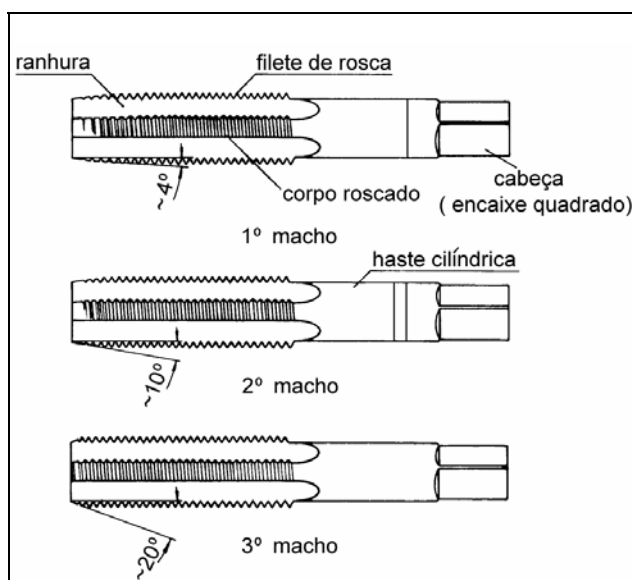


Fig. 52

O primeiro tem a parte filetada (roscada) em forma de cone. O segundo tem os primeiros filetes em forma de cone e os restantes em forma de cilindro. O terceiro é todo cilíndrico na parte filetada. Os dois primeiros são para desbaste e o terceiro é para acabamento.

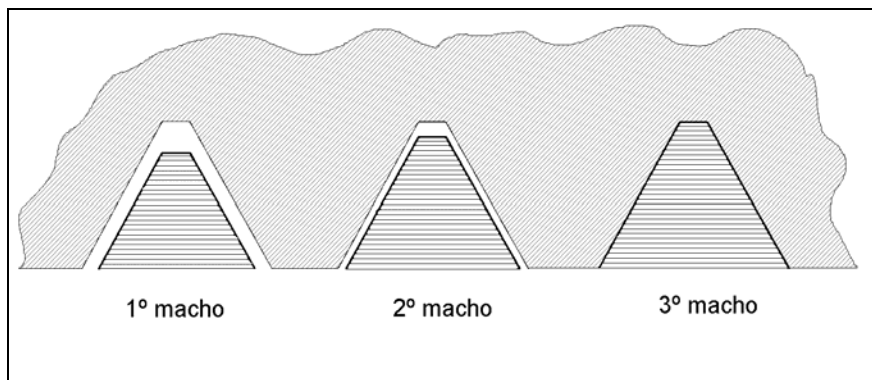


Fig. 53

Os machos para rosca à máquina são apresentados em uma peça e têm o comprimento total maior que o macho manual.

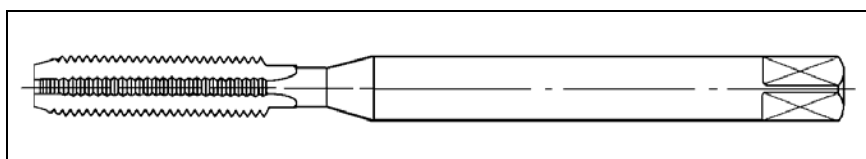


Fig. 54

Os machos são caracterizados por:

- Sistemas de rosca que podem ser: métrico (em milímetro), Whitworth e americano (em polegada).
- Passo medido pelo sistema métrico decimal, ou número de filetes por polegada: indica se a rosca é normal ou fina.
- Diâmetro externo ou nominal: diâmetro da parte roscada.
- Diâmetro da espiga ou haste cilíndrica: indica se o macho serve ou não para fazer rosca em furos mais profundos.
- Sentido da rosca: à direita ou à esquerda.

Roscar manualmente com machos

Roscar manualmente com machos consiste em abrir roscas internas para a introdução de parafusos ou fusos

roscados de diâmetro determinado, e na fabricação de flanges, porcas e peças de máquinas em geral.

Antes de iniciar o trabalho com o macho, deve-se verificar cuidadosamente o diâmetro do furo. Se o furo for maior que o diâmetro correto, os filetes ficarão defeituosos (incompletos). Se for menor, o macho entrará forçado. Nesse caso, o fluido de corte não penetrará e o atrito se tornará maior, ocasionando aquecimento e dilatação. O resultado disso é o travamento do macho dentro do furo, ocasionando sua quebra.

Para evitar esse problema, deve-se consultar tabelas que relacionam o diâmetro da broca que realiza o furo e a rosca que se quer obter.

Diâmetro nominal da rosca	Passo mm	Ø Broca mm
1	0,25	0,75
5	0,8	4,2
6	1	5
7	1	6

Fig. 55

Se você não tiver acesso a nenhuma dessas publicações, é possível calcular o valor teórico do diâmetro do furo (d), subtraindo-se do diâmetro nominal da rosca (D) as seguintes constantes:

Sistema Whitworth:

$$d = D - 1,2806 \cdot \text{passo}$$

Sistema Americano:

$$d = D - 1,299 \cdot \text{passo}$$

Sistema Internacional (métrico):

$$d = D - 1,299 \cdot \text{passo}$$

Na haste cilíndrica dos machos estão marcadas as indicações do diâmetro da rosca, o número de filetes por polegada ou passo da rosca.

Todos os furos para roscas devem ser escareados com 90° para evitar que as entradas de rosca formem rebarbas.

Para roscas com furos cegos, ou seja, não-vazados, a extremidade do macho jamais deve bater contra o fundo do furo. Assim, sempre que possível, furar mais profundo

que o necessário para fazer a rosca a fim de que se obtenha um espaço para reter os cavacos. Quando não for possível obter furos mais profundos, recomenda-se remover com freqüência os cavacos que se alojam no fundo do furo.

Para furos com diâmetro menor do que 5 mm, deve-se usar um desandador muito leve para que se possa "sentir" melhor as "reações" do metal. Deve-se também retirar e limpar freqüentemente o macho.

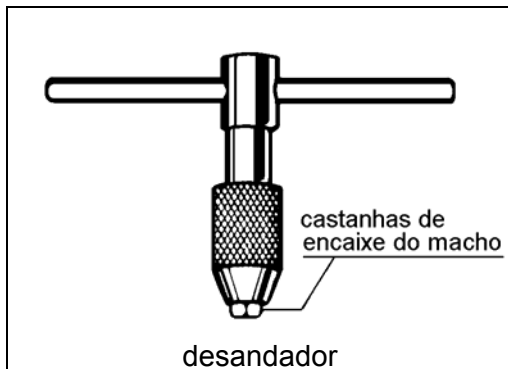


Fig. 56

O roscamento é uma das operações de usinagem que exige mais cuidados por parte do profissional. Isso acontece por problemas como dificuldade de remoção do cavaco e de lubrificação inadequada das arestas cortantes da ferramenta, além da verificação e controle da perpendicularidade do macho com o furo.

Ferramentas para abrir rosca externa

Toda porca quer um parafuso. A operação que produz o parafuso é o roscamento externo, que consiste em obter filetes na superfície externa de peças cilíndricas. Serve também para a abertura de roscas externas em tubos.

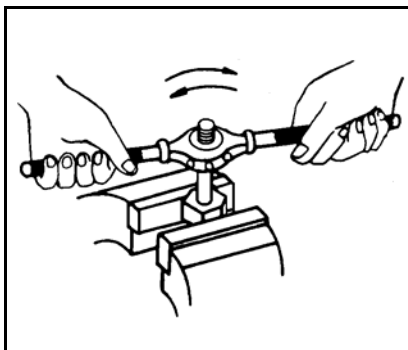


Fig. 57

A operação pode ser executada com máquina ou manualmente. Quando manual, ela é realizada com uma ferramenta chamada cossinete ou tarraxa.

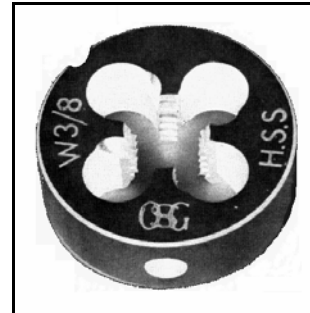


Fig. 58

Essa ferramenta, assim como os machos, tem a finalidade de assegurar um perfeito acoplamento e intercambialidade de peças fabricadas em série. É uma ferramenta de corte feita de aço especial com um furo central filetado, semelhante ao de uma porca. Possui três ou mais furos que auxiliam na saída dos cavacos. Pode apresentar um corte radial de abertura, que permite regular a profundidade de corte. Isso é feito por meio de um parafuso instalado na fenda, ou por meio dos parafusos de regulagem do porta-cossinete. Se esses parafusos não forem bem apertados, podem produzir erros no passo, porque os dentes cortam irregularmente.

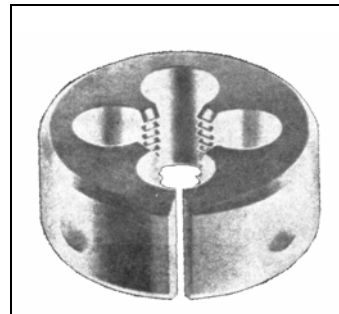


Fig. 59

Para trabalhos de obtenção de roscas iguais e normalizadas, deve-se usar cossinetes rígidos ou fechados.

O cossinete é caracterizado por:

- Sistema de rosca: métrico, Whitworth ou americano
- Passo ou número de fios por polegada
- Diâmetro nominal: gravado no corpo da ferramenta
- Sentido da rosca: à direita ou à esquerda

Para realizar o roscamento externo manualmente, utiliza-se o porta-cossinete. Seu comprimento varia de acordo com o diâmetro do cossinete.

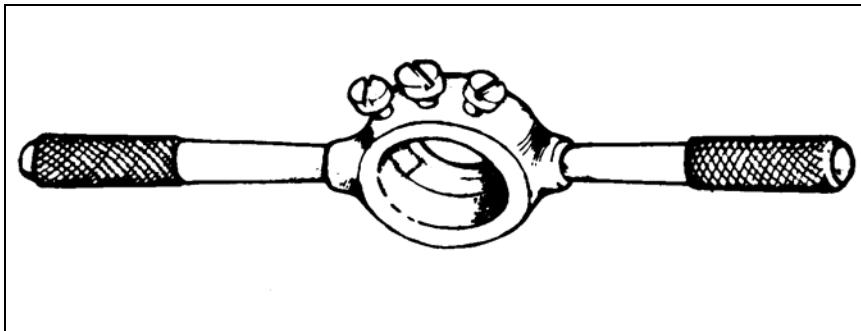


Fig. 60

Fluidos de corte

Um fluido de corte é um material composto, na maioria das vezes, líquido, que deve ser capaz de: refrigerar, lubrificar, proteger contra a oxidação e limpar a região da usinagem.

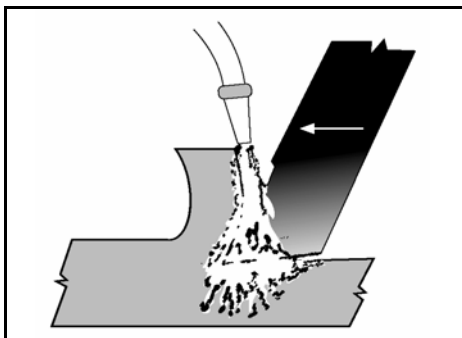


Fig. 61

Como refrigerante, ele atua sobre a ferramenta e evita que ela atinja temperaturas muito altas e perca suas características de corte. Age, também, sobre a peça evitando deformações causadas pelo calor. Atua, finalmente, sobre o cavaco, reduzindo a força necessária para que ele seja cortado.

Como lubrificante, o fluido de corte facilita o deslizamento do cavaco sobre a ferramenta e diminui o atrito entre a peça e a ferramenta. Evita ainda o aparecimento da aresta postiza, reduz o coeficiente de atrito na região de contato ferramenta-cavaco e diminui a solitação dinâmica da máquina.

Os cuidados, porém, não devem se restringir apenas aos fluidos, mas também precisam ser estendidos aos operadores que os manipulam.



Nona Aula

Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para a operação de traçagem.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Traçar retas no plano

Orientações a respeito da atividade:

1 Verificar o que os jovens já conhecem sobre o assunto.

2 Preparar instrumentos: esquadro / régua de traçagem / riscador / pincel atômico / escala / suta / compasso.

1 Pintar a superfície a traçar.

Obs.: Eliminar as gorduras e pintar apenas as extremidades próximas da traçagem.

2 Marcar os pontos.

Obs.: Usar a escala e marcar as referências formando um "V".

3 Traçar as retas.

Obs.: Usar esquadro ou régua de traçagem como apoio.



Observar traçados nítidos, finos e feitos de uma só vez. Para retas oblíquas usar suta.

Traçar arcos de circunferência

1 Usar a escala para determinar a abertura do compasso.

2 Manter o compasso na posição vertical.

Décima Aula



Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para a operação de serramento manual.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Serrar manualmente

1 Preparar a serra.

Obs.: Selecionar a lâmina de acordo com o material e a espessura e verificar se os dentes estão voltados para frente.

2 Prender o material na morsa.

Obs.: A parte a ser cortada deve estar à direita do operador e próximo dos mordentes.

3 Serrar

Obs.: Início guiar com o polegar e inclinar ligeiramente para frente, evitando a quebra dos dentes.

Pressão durante o avanço.

Correr livremente no retorno.

Movimento apenas dos braços aproximadamente 60 gpm.

Ao se aproximar do término do corte, diminuir a velocidade e a pressão de corte para evitar acidentes.

4 Afrouxar a lâmina.

Obs.: Ao terminar o corte afrouxe a lâmina para evitar tensões no arco.



Para cortes longos inverter a lâmina.



Décima Primeira Aula

Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para a operação de limagem.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Limar superfície plana

1 Prender a peça

Obs.: Superfície na horizontal e acima do mordente da morsa.

Usar mordentes de proteção para faces acabadas.

2 Limar a superfície

Obs.: Observar empunhadura da lima, posição dos pés e coluna ligeiramente inclinada.

Limar transversal ou oblíquo, com no máximo 60 gpm usando todo o comprimento da lima.

Movimento apenas de braço.

Exercer pressão no avanço, e suavidade (NO)deslocamento lateral no retorno.

3 Fazer a verificação.

Obs.: O contato da régua deve ser suave e em todas as posições.

Eliminar todas as saliências para visualizar o mínimo possível de luz.

Décima Segunda Aula



Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para a operação de esmerilhamento.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Esmerilhar superfície plana e em ângulo

Orientações a respeito da atividade:

1. Verificar o que os jovens já conhecem sobre o assunto.
2. Preparar instrumentos: chaves de boca/chaves Allen/pedra de aloxite/verificador de ângulo/transfêrferidor de graus / pedra / retificadora / diamante / retificador.

1 Regular a apoio/espera

Obs.: Ligar a esmerilhadora, retificar o rebolo sempre que sua superfície de corte estiver irregular, esperar o rebolo parar totalmente e ajustar.

Para corrigir a base de apoio/espera é necessário aguardar o rebolo parar por completo, para não ocasionar acidentes.

2 Empunhar ferramenta

Obs.: Sempre utilizando as duas mãos.

3 Afiar a ferramenta

Obs.: Aproximar cuidadosamente no rebolo.

Contato sempre acima do rebolo.

Usar somente a periferia do rebolo e toda a sua extensão.

Usinar primeiramente a superfície frontal, em seguida a lateral e por fim a superior.

Resfriar a ferramenta constantemente.

Verificar os ângulos e corrigir se necessário.

- 4 Eliminar as rebarbas

Obs.: Utilizar pedra de afiação manual (pedra de aloxite)



Décima Terceira Aula

Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para a operação de furar e escarear na furadeira.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Furar e escarear na furadeira

Prender a peça

Obs.: Usar calços paralelos

- 1 Prender a broca no mandril

Obs.: O aperto da chave deve ser dado no sentido que os dentes forcem de encontro com os dentes da bainha do mandril.

- 2 Selecionar a RPM

Obs.: Consultar tabela.

- 3 Furar

Obs.: Posicionar a broca sobre a marca do punção.

Executar movimento de avanço e retrocesso para a quebra do cavaco.

Não esquecer do óleo solúvel.

Ao final da furação o avanço deve ser lento.

Em caso de furos não passantes (cegos) regular a profundidade de penetração através do anel graduado.

- 4 Trocar broca por escareador

- 5 Selecionar a RPM

Obs.: Usar RPM baixíssima para evitar trepidações.

- 6 Escarear o furo

Obs.: O avanço deve ser **bem lento** com o mínimo de pressão sobre a peça.

Décima Quarta Aula



Nessa aula serão apresentadas as demonstrações dos procedimentos para rosca manualmente com macho.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



50 min

Roscar manualmente com macho

Orientações a respeito da atividade:

1. Verificar o que os jovens já conhecem sobre o assunto.
2. Preparar instrumentos: fluido de corte/jogo de macho/esquadro/desandador.

- 1 Selecionar o macho e o desandador

Obs.: Desandador proporcional ao tamanho do macho.

- 2 Passe o primeiro macho

Obs.: Inicie a rosca aproximadamente 3 filetes e verifique a perpendicularidade.

Use fluido de corte e termine com movimentos circulares alternados (vai-e-vem).

- 3 Termine a rosca

Obs.: Passe o segundo macho com movimento circular alternativo.

Passe o terceiro macho com movimento circular contínuo.



Em furos não passantes (cegos) gire o macho com mais cuidado, ao se aproximar do fim do furo, para evitar que se quebre.



Décima Quinta Aula

Nessa aula serão apresentados conceito, instrumento e técnica para medição de roscas.



Passo 1 / Aula prática



50 min

Medição de roscas

O instrumento que mede com precisão roscas é o micrometro, no caso, um especialmente construído para medir roscas triangulares.

Sendo a medição do flanco da rosca a medida mais importante, este micrômetro possui as hastes furadas para que se possa encaixar as pontas intercambiáveis, conforme o passo para o tipo da rosca a medir.



Fig. 62



Fig. 63

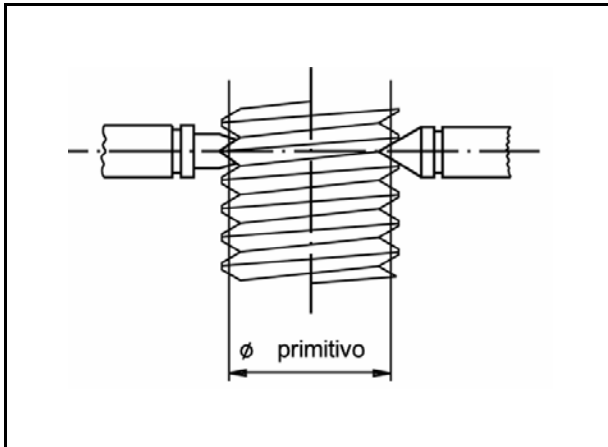


Fig. 64

Educador, selecione peças com diferentes tipos de roscas e proceda a medição de:

- Diâmetro externo
- Passo
- Largura do filete (rosca quadrada)
- Diâmetro interno (se possível)

Caso não disponha de micrômetro especial para medição dos flancos, faça a demonstração das medições possíveis com um paquímetro.

Utilize também o gabarito “pente de roscas” para verificação do tipo de rosca e do passo.

2 Soldagem em Manutenção

Serão apresentados os objetivos referentes aos processos de soldagem freqüentemente empregados nos processos de manutenção nas indústrias mecânicas.

Objetivos

- Reconhecer a importância do uso de EPI e EPC nos processos de soldagem.
- Identificar normas e procedimentos de segurança aplicados aos processos de soldagem.
- Identificar os princípios da soldagem por arco elétrico.
- Reconhecer máquinas, acessórios e materiais empregados nos processos de soldagem com eletrodo revestido, MIG / MAG e TIG.

Primeira Aula



Nessa aula serão apresentados os principais EPIs e Normas de Segurança aplicados nas operações de soldagem, buscando conscientizar o jovem de seu uso e de sua aplicação.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

EPIs e segurança na soldagem

Os principais riscos das operações de soldagem são: incêndios e explosões, queimaduras, choque elétrico, inalação de fumos e gases nocivos e radiação.

Do ponto de vista do soldador que utiliza o equipamento de soldagem, este deve proteger-se contra perigos das queimaduras provocadas por fagulhas, respingos de material fundido e partículas aquecidas. Deve se proteger, também, dos choques elétricos e das radiações de luz visível ou invisível (raios infravermelhos e ultravioleta) sempre presentes nos diversos processos de soldagem.

Assim, quando estiver operando um equipamento, ou seja, durante a soldagem, o operador deve proteger:

- As mãos, com luvas feitas com raspas de couro.
- O tronco, com um avental de raspa de couro, ou aluminizado.



Fig. 1

- Os braços e os ombros com mangas e ombreiras também feitas de raspas de couro.

- A cabeça e o pescoço, protegidos por uma touca.
- Os pés e as pernas, com botinas de segurança providas de biqueira de aço e perneiras com polainas que, ao cobrir o peito dos pés, protegem contra fagulhas ou respingos que possam entrar pelas aberturas existentes nas botinas.
- Dependendo do processo de soldagem, o rosto deve ser protegido com máscaras ou escudos de proteção facial dotados de lentes que filtram as radiações infravermelhas e ultravioleta, além de atenuar a intensidade luminosa. No processo oxiacetilênico, usam-se, para esse mesmo fim, óculos com lentes escuras ao invés de máscara.
- As vias respiratórias, com máscaras providas de filtros, toda vez que se trabalhar em locais confinados ou com metais que gerem vapores tóxicos como o chumbo e o mercúrio.
- As roupas do soldador devem ser de tecido não inflamável, e devem estar sempre limpas, secas e isentas de graxa e óleo para evitar que peguem fogo com facilidade.

Normas de segurança

Além desses cuidados com a proteção individual, o operador deve ficar sempre atento para evitar acidentes que podem ocorrer no armazenamento, no uso e no manuseio do equipamento. Para isso, algumas precauções devem ser tomadas:

- Manter o local de trabalho sempre limpo.
- Retirar todo o material inflamável do local de trabalho antes de iniciar a soldagem.
- Manter o local de trabalho bem ventilado.
- Restringir o acesso de pessoas estranhas ao local da soldagem, isolando-o por meio de biombos.
- Usar sempre o equipamento de proteção individual.

Finalmente, deve-se também cuidar para que o trabalho do soldador não seja prejudicado pela fadiga. Além de aumentar a possibilidade de haver um acidente, a fadiga causa a baixa qualidade da solda e baixos níveis de produção. Para superar esse fator, as seguintes providências devem ser tomadas:

- 1 Posicionar a peça a ser soldada de modo que a soldagem seja executada na posição plana, sempre que possível.
- 2 Usar o menor tamanho possível de maçarico/tocha adequado à junta que se quer soldar.
- 3 Usar luvas leves e flexíveis.
- 4 Usar máscaras com lentes adequadas que propiciem boa visibilidade e proteção.
- 5 Garantir ventilação adequada.
- 6 Providenciar ajuda adicional para a realização de operações como limpeza e goivagem.
- 7 Colocar as mesas de trabalho e os gabaritos de modo que o soldador possa se sentar durante a soldagem.

Segunda Aula



Nessa aula serão apresentados os conceitos de arco elétrico e do processo de soldagem por arco elétrico.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Arco elétrico

A soldagem ao arco elétrico com todas as suas variações é um processo muito empregado em praticamente todos os tipos de indústria que usam a soldagem como processo de fabricação.

O processo ao **arco elétrico** com eletrodo revestido, que tem grande versatilidade e permite a soldagem de um grande número de materiais que vão desde o aço-carbono, os aços-liga e os aços inoxidáveis, passando pelos ferros fundidos, até os metais não-ferrosos, como o alumínio, o cobre, o níquel e suas ligas.

Seu emprego na fabricação, montagem e manutenção de equipamentos e estruturas é indicado tanto dentro da fábrica quanto em campo e em operações que exigem soldagem nas mais diversas posições.

Isso compensa as desvantagens de ser um processo manual, com baixa velocidade de produção, estreitamente dependente da habilidade do soldador. Além disso, o processo exige cuidados especiais com os eletrodos e produz um grande volume de gases e fumos de soldagem.

Apesar disso, a soldagem ao arco elétrico com eletrodos revestidos é, ainda hoje, o processo mais comum de soldagem ao arco em uso. E ele é o assunto dessa aula.

Arco elétrico, ou arco voltaico, é formado pela passagem de uma corrente elétrica através de um gás, transformando energia elétrica em calor.

Soldagem ao arco elétrico

Soldagem ao arco elétrico é um processo de soldagem por fusão em que a fonte de calor é gerada por um arco elétrico formado entre um eletrodo e a peça a ser soldada.

Toda matéria é constituída de átomos que são formados de partículas carregadas eletricamente: os **prótons** com carga positiva e os elétrons com carga **negativa**. Os elétrons estão sempre se movimentando em torno do núcleo do átomo. Nos materiais metálicos, os elétrons mais distantes do núcleo podem “escapar” e se deslocar entre os átomos vizinhos. Quando em presença de uma tensão elétrica, esses elétrons, chamados de elétrons livres, assumem um movimento ordenado ao qual se dá o nome de **corrente elétrica**.

Por isso, os metais são bons condutores de eletricidade.

Quando o movimento dessas cargas se dá sempre no **mesmo** sentido, tem-se a **corrente contínua** como a fornecida pela bateria de um automóvel. Quando o movimento dos elétrons acontece alternadamente em um sentido e outro, tem-se a **corrente alternada**, que é aquela fornecida para nossas casas.

A corrente elétrica é medida por meio de amperímetros e sua unidade de medida é o **ampère**.

A **tensão elétrica**, que indica a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito elétrico, é medida por meio do voltímetro e sua unidade de medida é o **volt**.

O arco de soldagem é formado quando uma corrente elétrica passa entre uma barra de metal, que é o **eletrodo** e que pode corresponder ao pólo negativo (ou

cátodo) e o metal de base, que pode corresponder ao pólo positivo (ou **ânodo**).

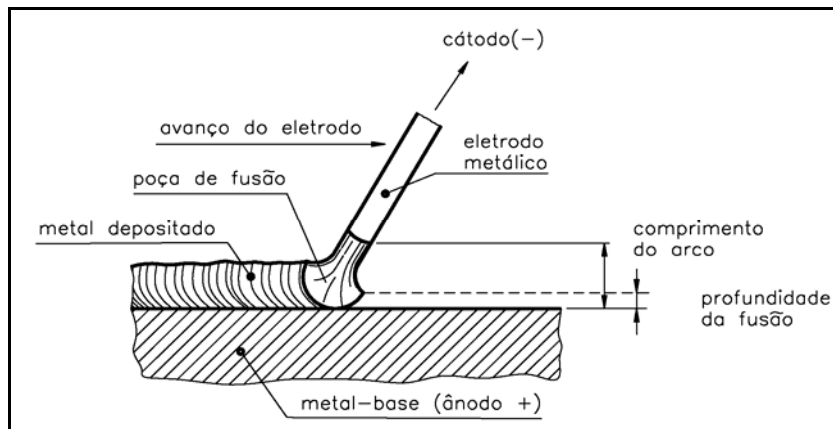


Fig. 2

Os elétrons livres que formam a corrente elétrica percorrem o espaço de ar entre a peça e o eletrodo a uma velocidade tal que acontece um choque violento entre os elétrons e os íons. Este choque ioniza o ar, facilitando a passagem da corrente elétrica, e produz o arco elétrico.

Íon é um átomo que perdeu ou ganhou elétrons.

Para dar origem ao arco, é necessário que exista uma diferença de potencial entre o eletrodo e a peça: para corrente contínua de 40 a 50 volts, e para corrente alternada, de 50 a 60 volts. É necessário também que o eletrodo toque a peça, para que a corrente elétrica possa fluir. Depois que o arco é estabelecido, a tensão cai, de modo que um arco estável pode ser mantido entre um eletrodo metálico e a peça com uma tensão entre 15 e 30 volts.

O metal fundido do eletrodo é transferido para a peça formando uma poça de fusão. Esta é protegida da atmosfera por gases formados pela combustão do revestimento do eletrodo.

Atualmente o processo de soldagem ao arco elétrico por eletrodo revestido é usado nas indústrias naval, ferroviária, automobilística, metal-mecânica e de construção civil. É um processo predominantemente manual adaptado a materiais de diversas espessuras em qualquer posição de soldagem.

Fontes de energia para soldagem

O processo de soldagem ao arco necessita de fontes de energia que forneçam os valores de tensão e corrente adequados à sua formação.

Para isso essas fontes devem apresentar algumas características:

- Transformar a energia da rede que é de alta tensão e baixa intensidade de corrente em energia de soldagem caracterizada por baixa tensão e alta intensidade de corrente.
- Oferecer uma corrente de soldagem estável.
- Possibilitar a regulação da tensão e da corrente.
- Permitir a fusão de todos os diâmetros de eletrodos compatíveis com o equipamento usado.

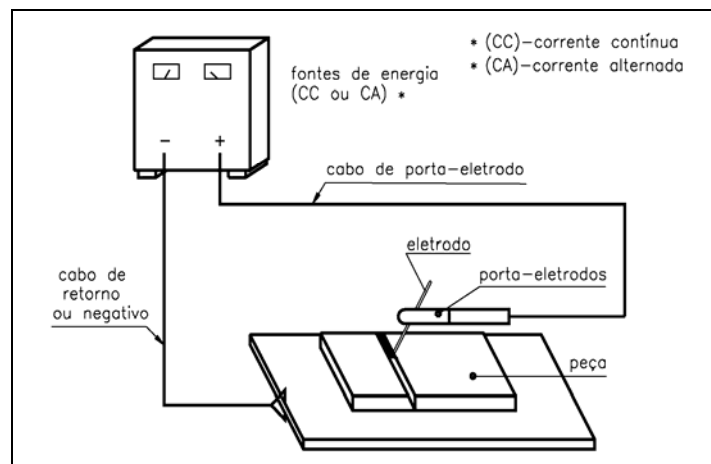


Fig 3

Três tipos de fontes se enquadram nessas características: os **transformadores** que fornecem corrente alternada e os **transformadores-retificadores** e os geradores que fornecem corrente contínua.

Quando se usa corrente contínua na soldagem a arco, tem-se:

- 1 A **polaridade direta** na qual a peça é o **pólo positivo** e o eletrodo é o **pólo negativo**.
- 2 Ou a **polaridade inversa** quando a peça é o **pólo negativo** e o eletrodo é o **pólo positivo**.

A escolha da polaridade se dá em função do tipo do revestimento do eletrodo.

A maioria das soldagens ao arco é feita com corrente contínua porque ela é mais flexível, gera um arco estável e se ajusta a todas as situações de trabalho.

Soldagem ao arco elétrico com eletrodos revestidos

Existem vários processos que usam arco elétrico para a realização da soldagem. Os mais comuns são:

- Soldagem ao arco elétrico com eletrodo revestido.
- Processo TIG, do inglês *Tungsten Inert Gas*”, que quer dizer (eletrodo de) tungstênio e gás (de proteção) inerte.
- Processos MIG/MAG, respectivamente do inglês *Metal Inert Gas* e *Metal Activ Gas*, ou seja, metal e (proteção de) gás inerte, e metal e (proteção de) gás ativo.
- Arco submerso.
- Arco plasma.

Todos os processos de soldagem por arco elétrico usam um eletrodo para auxiliar na criação do arco. Isso acontece com todos os processos aqui listados.



Fig. 4

O que o jovem ainda não sabe é que esse eletrodo ao se fundir, precisa de algum tipo de proteção para evitar a contaminação da poça de fusão pela atmosfera. Essa contaminação, que pode ser, por exemplo, pelo oxigênio e pelo nitrogênio que existem no ar, faz com que a junta soldada apresente propriedades físicas e químicas prejudicadas.

E também não sabe ainda como essa proteção atua em cada um dos processos que já mencionamos.



Terceira Aula

Nessa aula serão apresentadas normas e qualificação dos eletrodos revestidos.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

O eletrodo

O eletrodo revestido é constituído de um núcleo metálico chamado alma, que pode ser ou não da mesma natureza do metal-base porque o revestimento pode, entre outras coisas, complementar sua composição química. Desse modo, se o material a soldar é um aço de baixo carbono e baixa liga, a alma será de aço com carbono (aço efervescente). Se o material for aço inoxidável, a alma será de aço de baixo carbono (efervescente) ou aço inoxidável. Se for necessário soldar ferro fundido, a alma será de níquel puro ou liga de ferro-níquel, de ferro fundido, de aço.

O revestimento é composto de elementos de liga e desoxidantes (tais como ferro-silício, ferro-manganês), estabilizadores de arco, formadores de escória, materiais fundentes (tais como óxido de ferro e óxido de manganês) e de materiais que formam a atmosfera protetora (tais como dextrina, carbonatos, celulose).

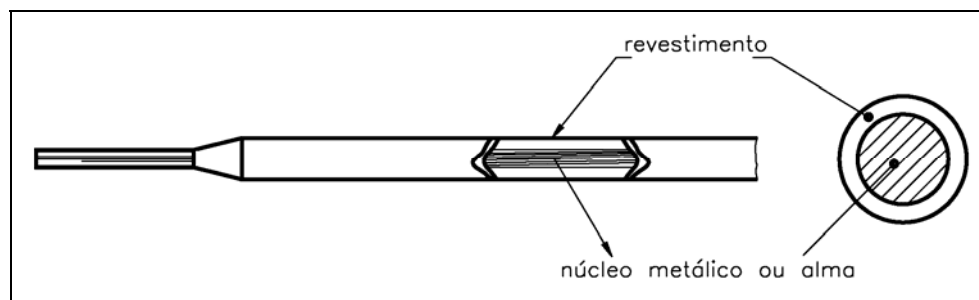


Fig. 5

Além de proteção contra a contaminação atmosférica, o revestimento tem as seguintes funções:

- 1 Reduzir a velocidade de solidificação, por meio da escória.

- 2 Proteger contra a ação da atmosfera e permitir a desgaseificação do metal de solda por meio de escória.
- 3 Facilitar a abertura do arco, além de estabilizá-lo.
- 4 Introduzir elementos de liga no depósito e desoxidar o metal.
- 5 Facilitar a soldagem em diversas posições de trabalho.
- 6 Guiar as gotas em fusão na direção da poça de fusão.
- 7 Isolar eletricamente na soldagem de chanfros estreitos de difícil acesso, a fim de evitar a abertura do arco em pontos indesejáveis.

O quadro a seguir resume as principais informações sobre os diversos tipos de eletrodos revestidos.

Tipo de eletrodo → Dados técnicos ↓	Rutílico	Básico Baixo hidrogênio	Celulósico
Componentes do revestimento	Rutilo ou compostos derivados de óxidos de titânio.	Carbonato de cálcio, outros carbonatos básicos e flúor.	Materiais orgânicos
Posição de soldagem	Todas	Todas	Todas
Tipo de corrente	CA ou CC (polaridade direta ou inversa).	CA ou CC (polaridade direta)	CA ou CC (polaridade direta)
Propriedades mecânicas de depósito	Razoáveis	Muito boas	Boas
Penetração	Pequena	Média	Grande
Escória	Densa e viscosa, geralmente autodestacável	Compacta e espessa, facilmente destacável	Pouca, de fácil remoção.
Tendência à trinca	Regular	Baixa	Regular

Tabela 1

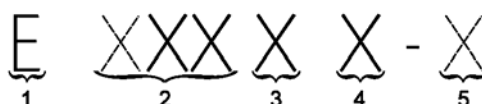
Além dessas informações sobre os principais tipos de eletrodos, é importante também saber como eles são classificados de acordo com as normas técnicas.

A classificação mais simples, aceita em quase todo o mundo, foi criada pela AWS – American Welding Society (Sociedade Americana de Soldagem). Veja quadro a seguir.

Especificação AWS para eletrodos Revestidos	
Ref. AWS	Eletrodos para:
A 5.1	aços-carbono
A 5.3	alumínio e suas ligas
A 5.4	aços inoxidáveis
A 5.5	aços de baixa liga
A 5.6	cobre e suas ligas
A 5.11	níquel e suas ligas
A 5.13	revestimentos (alma sólida)
A 5.15	ferros fundidos
A 5.21	revestimento (alma tubular com carboneto de tungstênio)

Tabela 2

Os eletrodos são classificados por meio de um conjunto de letras e algarismos, da seguinte maneira:



- 1 A letra E significa eletrodo para soldagem a arco elétrico.

Os dois primeiros dígitos, que também podem ser três, indicam o limite mínimo de resistência à tração que o metal de solda admite. Eles devem ser multiplicados por .1.000 para expressar a resistência em **psi** (do inglês pound per square inch, que quer dizer libra por polegada quadrada). O dígito seguinte indica as posições de soldagem nas quais o eletrodo pode ser empregado com bons resultados:

- todas as posições
 - posição horizontal (para toda solda em ângulo) e plana
 - posição vertical descendente, horizontal, plana e sobrecabeça
- 2 O dígito que vem em seguida vai de zero a oito e fornece informações sobre:
 - A corrente empregada: CC com polaridade negativa ou positiva, e CA.
 - A penetração do arco.
 - A natureza do revestimento do eletrodo.

Esses dados estão resumidos na tabela a seguir.

4º dígito	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Tipo de corrente	CC+	CC+ CA	CC- CA	CA CC+ CC-	CA CC+ CC-	CC+	CA CC+	CA CC-	CA CC+
Tipo do arco	Intenso com salpico	Intenso	Médio sem salpico	Leve	Leve	Médio	Médio	Leve	Leve
	Grande	Grande	Média	Fraca	Média	Média	Média	Grande	Média
Revestimento	XX10 celulósico silicato de sódio XX20-óxido de ferro XX30 óxido de ferro	Celulósico com silicato de potássio	Dióxido de titânio e silicato de sódio	Dióxido de titânio e silicato de potássio	Dióxido de titânio, silicatos, pó de ferro (20%).	Calcário, silicato de sódio.	Dióxido de titânio, calcário, silicato de potássio	Óxido de ferro silicato de sódio, pó de ferro	Calcário, dióxido de titânio, silicatos, pó de ferro (25 a 40%)

Tabela 3

Dir-se-á , então, que se tem um eletrodo E 6013. Esse número indica que se trata de um eletrodo com 60.000 psi, para soldar em todas as posições em CC+, CC- ou CA

- 3 Grupo de letras e números (nem sempre utilizados) que podem indicar a composição química do metal de solda.

Cuidados com os eletrodos revestidos

Cuidados especiais devem ser tomados com o manuseio e armazenamento dos eletrodos, pois estes podem ser facilmente danificados. Em caso de choque, queda ou se o eletrodo for dobrado, parte de seu revestimento pode ser quebrada, deixando exposta sua alma. Nesse caso, ele não deve ser usado em trabalhos de responsabilidade.

A absorção de umidade também pode comprometer o desempenho de alguns tipos de eletrodos. Por isso, eles são fornecidos em embalagens fechadas adequadamente. Uma vez aberta a embalagem, estes eletrodos devem ser guardados em estufas especiais para esse fim.

Os eletrodos revestidos devem ser manuseados e guardados de acordo com as instruções dos fabricantes.



Quarta Aula

Nessa aula serão apresentados tipos de equipamentos, acessórios e uma tabela para detectar defeitos e soluções em processo de soldagem.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Equipamentos

A soldagem ao arco elétrico com eletrodos revestidos é um processo manual presente em praticamente todos os tipos de indústrias que usam a soldagem como processo de fabricação. É também largamente empregada em soldagem de manutenção.

Embora amplamente usado, esse processo depende muito da habilidade do soldador. Portanto a qualidade do trabalho de soldagem depende do profissional que deve ser muito bem treinado e experiente. Como a experiência só se adquire com a execução de muitas soldas, a preparação da mão-de-obra é demorada e, por isso, custa cara.

Para executar seu trabalho além dos eletrodos o soldador precisa de:

- Uma fonte de energia que, como já vimos, pode ser um gerador de corrente contínua, um transformador, ou um retificador que transforma corrente alternada em corrente contínua.



Fig 6



Fig. 7

Acessórios:

<p>Porta-eletrodo – Serve para prender firmemente o eletrodo e energizá-lo.</p>	
<p>Grampo de retorno, também chamado de terra, que é preso à peça ou à tampa condutora da mesa sobre a qual está a peça. Quando se usa uma fonte de energia de corrente contínua, ele faz a função do pólo positivo ou do pólo negativo, de acordo com a polaridade escolhida.</p>	
<p>Cabo, ou condutor, que leva a corrente elétrica da máquina ao porta-eletrodo e do grampo de retorno para a máquina.</p>	
<p>Picadeira – Uma espécie de martelo em que um dos lados termina em ponta e o outro em forma de talhadeira. Serve para retirar a escória e os respingos.</p>	

<p>Escova de fios de aço – Serve para a limpeza do cordão de solda.</p>	
--	--

Tabela 4

- Equipamentos de proteção individual: luvas, avental, máscaras protetoras, botas de segurança, perneira e gorro.

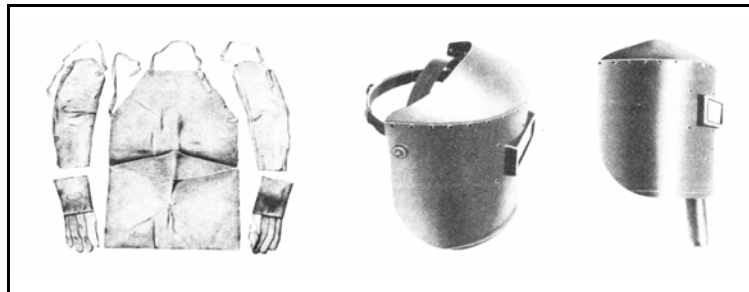


Fig. 8

Os capacetes e as máscaras ou escudos são fabricados com materiais resistentes, leves, isolantes térmicos e elétricos e contêm lentes protetoras de cor escura, que filtram os raios ultravioleta, os infravermelhos (invisíveis) e os raios luminosos visíveis que prejudicam a visão.

Uso correto das máquinas

Usar corretamente o equipamento é responsabilidade do soldador que deve conservá-lo em perfeito estado e operá-lo de modo que consiga o maior rendimento possível.

Assim, antes de ligar a máquina, o operador deve se certificar de que os cabos, as conexões e os porta-eletrodos estão em bom estado.

Se a fonte de energia usada for um retificador, este deve continuar ligado por mais 5 minutos após o término da soldagem para que o ventilador possa esfriar as placas de silício da máquina.

Se a fonte for um gerador, o soldador deve lembrar que a chave para ligar a máquina possui dois estágios. Por

isso, é preciso ligar o primeiro estágio, esperar o motor completar a rotação e, só então, ligar o segundo estágio.

Etapas do processo

O processo de soldagem ao arco elétrico com eletrodo revestido apresenta as seguintes etapas:

- 1 Preparação do material que deve ser isento de graxa, óleo, óxidos, tintas, etc.
- 2 Preparação da junta.
- 3 Preparação do equipamento.
- 4 Abertura do arco elétrico.
- 5 Execução do cordão de solda.
- 6 Extinção do arco elétrico.
- 7 Remoção da escória.

Conforme o tipo de junta a ser soldada, as etapas 4, 5, 6 e 7 devem ser repetidas quantas vezes forem necessárias para a realização do trabalho. Esse conjunto de etapas que produz um cordão de solda é chamado de passe. As figuras a seguir mostram os vários passes dados em uma junta.

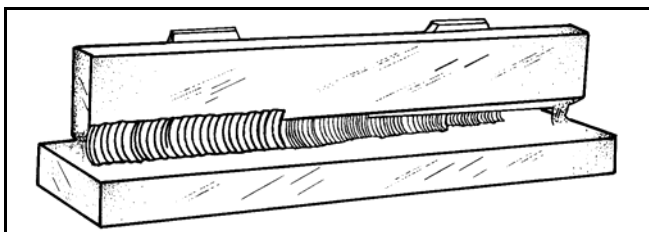


Fig. 9

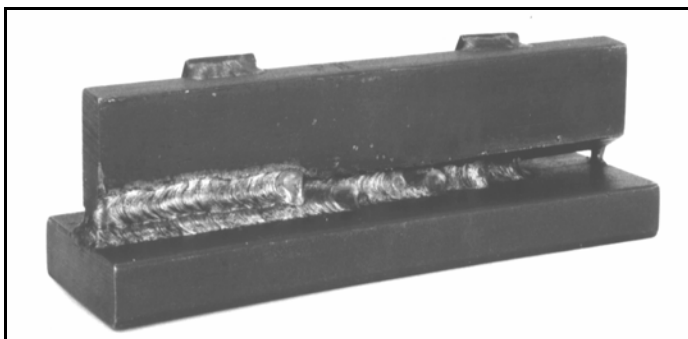


Fig. 10

Defeitos de soldagem

Mesmo o trabalho de um bom soldador está sujeito a apresentar defeitos. Às vezes, eles são visíveis durante o trabalho. Outras, eles só podem ser detectados por meio dos **ensaios destrutivos e não destrutivos**, ou seja, aquelas análises feitas com o auxílio de aparelhos especiais e substâncias adequadas, após a soldagem.

Para facilitar seu estudo, colocamos esses dados na tabela a seguir, que apresenta uma lista de alguns problemas mais comuns na soldagem ao arco elétrico, suas possíveis causas e modos de preveni-las.

Tipo de descontinuidade	Causas	Prevenção
Superfície irregular	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escolha do tipo de corrente / polaridade errada. 2. Amperagem inadequada. 3. Utilização do eletrodo úmido / de má qualidade. 4. Manuseio incorreto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Verificar as especificações do eletrodo. 2. Ajustar a amperagem. 3. Ressecar os eletrodos segundo recomendações do fabricante/trocar p/outros de melhor qualidade. 4. Aprimorar o manuseio do eletrodo.
Mordedura ou falta de fusão na face	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem muito alta. 2. Arco muito longo. 3. Manuseio incorreto do eletrodo. 4. Velocidade de soldagem muito alta. 5. O arco apresenta sopro lateral (sopro magnético) 6. Ângulo incorreto do eletrodo. 7. Eletrodo com revestimento excêntrico. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminuir a amperagem fornecida pela máquina de solda. 2. Encurtar o arco, aproximando o eletrodo da peça em soldagem. 3. Melhorar o manuseio do eletrodo depositando mais nas laterais. 4. Diminuir a velocidade de soldagem, avançando mais devagar. 5. Inclinare o eletrodo na direção do sopro magnético, principalmente próximo aos extremos da junta. 6. Modificar a posição da garra do cabo de retorno. 7. Evitar ou modificar a posição dos objetos facilmente magnetizáveis. 8. Mudar a fonte de energia p/corrente alternada (use um transformador).

		<ol style="list-style-type: none"> 9. Inclinando o eletrodo no ângulo correto. 10. Trocar o eletrodo.
Poros visíveis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilização de eletrodos úmidos. 2. Ponta de eletrodo danificado (sem revestimento). 3. Em C.C., polaridade invertida. 4. Velocidade de soldagem muito alta. 5. Arco muito longo. 6. Amperagem inadequada. 7. Metal de base sujo de óleo, tintas, oxidação ou molhado. 8. Manuseio inadequado do eletrodo na posição vertical ascendente. 9. Irregularidade no fornecimento de energia elétrica. 10. Preparação inadequada da junta. 11. Metal de base impuro ou defeituoso. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usa somente eletrodos secos. 2. Utilizar somente eletrodos perfeitos. 3. Inverter a polaridade na máquina de solda. 4. Diminuir a velocidade de soldagem. 5. Diminuir o comprimento do arco elétrico, aproximando o eletrodo da peça. 6. Ajustar a amperagem da máquina para o intervalo recomendado pelo fabricante para o tipo e bitola do eletrodo em questão. 7. Limpar o metal de base por meios apropriados, antes da soldagem. 8. Executar a movimentação adequada com tecimento lento e compassados, mantendo o arco elétrico constantemente curto. 9. Dimensionar a rede adequadamente. 10. Obter uma fresta constante e dentro dos limites da posição de trabalho. 11. Rejeitar o metal de base.
Inclusão de escória visível	<ol style="list-style-type: none"> 1. Não remoção da escória do passe anterior. 2. Chanfro irregular. 3. Chanfro muito estreito. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remover a escória do passe anterior antes de reiniciar a soldagem. 2. A preparação das bordas deve sempre ser realizada de

	<ol style="list-style-type: none"> 4. Manuseio incorreto do eletrodo. 5. Sobreposição errada dos passes. 6. Amperagem baixa. 7. Velocidade de soldagem muito alta. 	<p>maneira a obter paredes lisas sem falhas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Aumentar o ângulo do chanfro. 4. Movimentar o eletrodo de forma a impedir que a escória passe à frente da poça de fusão (aumentar a velocidade de soldagem e diminuir o ângulo de ataque). 5. Evitar mordeduras laterais onde a escória é de difícil remoção, realizar passe de raiz o mais largo possível com transição suave com o metal de base. 6. A seqüência dos passes deve ser tal que evite a formação de bolsas de escória. 7. Não soldar sobre passes de grande convexidade. 8. Aumentar a amperagem. 9. Diminuir a velocidade de soldagem.
Respingos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Amperagem muito elevada. 2. Arco muito longo. 3. Em C.C. polaridade invertida. 4. Arco com sopro magnético. 5. Metal de base sujo de óleo, tintas, oxidação ou molhado. 6. Utilização de eletrodo úmido de má qualidade. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diminuir a amperagem da máquina. 2. Encurtar o arco, aproximando o eletrodo da peça em soldagem. 3. Inverter a polaridade na fonte de energia. 4. Inclinar o eletrodo na direção do sopro magnético, principalmente próximo aos extremos da junta. 5. Modificar posição da garra do cabo de retorno.

		<ol style="list-style-type: none"> 6. Evitar e modificar a posição dos objetos facilmente magnetizáveis. 7. Mudar a fonte de energia para corrente alternada (usar um transformador). 8. Aquecer a peça quando existe um membro da junta mais espesso que o outro. 9. Limpar o metal de base, eliminando poeiras, óleos, graxas, tintas, oxidação, etc. 10. Secar os eletrodos, segundo as recomendações do fabricante. 11. Trocar os eletrodos por outros de melhor qualidade.
<p>Falta de penetração ou falta de fusão na raiz</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de eletrodo de diâmetro muito grande impedindo sua descida até a raiz. 2. Fresta muito pequena ou mesmo inexistente; fresta irregular. 3. Presença de nariz ou nariz muito grande. 4. Falha no manejo do eletrodo. 5. Ângulo de ataque incorreto, principalmente com eletrodos básicos. 6. Falta de calor na junta. 7. Penetração da escória, entre os dois membros da 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar eletrodo de maior diâmetro ou eletrodo de revestimento mais fino. 2. Ser caprichoso na preparação da junta a soldar; realizar a montagem respeitando sempre a fresta mínima em função do chanfro e da posição de soldagem. 3. Procurar tomar a fresta a mais constante possível, através de um pontamento adequado 4. Verificar se é realmente necessária a existência de nariz. 5. Procurar tornar o nariz o mais constante possível, e

	<p>junta na região da raiz impede uma fusão completa dos materiais.</p> <p>8. Alta velocidade de soldagem.</p>	<p>sempre menor do que o máximo permitido para o tipo de chanfro e posição de soldagem definidos</p> <p>6. Dirigir sempre o arco elétrico de modo a aquecer apropriadamente ambas as bordas do chanfro.</p> <p>78. Realizar a retomada/reacendimento de forma correta</p> <p>9. Utilizar o ângulo adequado.</p> <p>10. Aumentar a amperagem se ela estiver baixa.</p> <p>11. Usar eletrodo de maior diâmetro, se o material for espesso.</p> <p>12. Diminuir a velocidade de soldagem.</p> <p>13. Preaquecer a peça de trabalho, se ela estiver fria.</p> <p>14. Soldar em posição vertical ascendente.</p> <p>15. Movimentar o eletrodo de forma a impedir que a escória passe da poça de fusão.</p> <p>16. Diminuir a velocidade de soldagem.</p>
<p>Mordedura na raiz</p>	<p>1. Amperagem muito alta.</p> <p>2. Arco muito longo.</p> <p>3. Manuseio incorreto do eletrodo.</p> <p>4. Velocidade de soldagem muito alta.</p> <p>5. Sopros magnéticos.</p>	<p>1. Diminuir a amperagem fornecida pela máquina de solda.</p> <p>2. Encurtar o arco.</p> <p>3. Melhorar o manuseio do eletrodo.</p> <p>4. Diminuir a velocidade de soldagem, avançando mais devagar.</p> <p>5. Inclinarmos o eletrodo na direção do sopro magnético.</p>

		<ol style="list-style-type: none"> 6. Modificar a posição da garra do cabo de retorno. 7. Evitar ou modificar a posição dos objetos 8. Mudar a fonte de energia para corrente alternada (usar um transformador).
Trincas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soldagem defeituosa, contendo inclusões de escória, falta de penetração, mordeduras, etc. 2. Cratera final com mau acabamento. 3. Calor excessivo na junta causando excesso de contração e distorção. 4. Metal de base sujo de óleo, tintas ou molhado. 5. Trincas devido ao ponteamto franco. 6. Cordão de solda muito pequeno (particularmente passe de raiz ou de filete). 7. Teor de enxofre alto no metal de base. 8. Têmpera da zona termicamente afetada. 9. Fragilização pelo hidrogênio. 10. Projeto de junta adequado. 11. Montagem muito rígida. 12. Tensões 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soldar corretamente evitando a descontinuidade. 2. Interromper a soldagem de forma adequada, fazendo com que a extinção da arco ocorra sobre o passe recém-executado. 3. Reduzir a corrente ou a tensão ou ambas, aumentar também a velocidade de soldagem. 4. Limpar ou secar o metal de base. 5. Efetuar o ponteamto com metal de adição adequado, corretamente dimensionado em tamanho e frequência. 6. Remover as soldas de fixação à medida que o trabalho for progredindo. 7. Nos casos possíveis executar o ponteamto do lado que não será executada a soldagem. 8. Substituir o ponteamto por outro sistema de fixação (“cachorros”, “batoques”, “pontes”, etc.).

	residuais muito elevadas.	<p>9. Reduzir a velocidade de soldagem, o cordão deve ter uma secção transversal suficientemente robusta para suportar os esforços a que estará submetido.</p> <p>10. Utilizar eletrodos com manganês alto.</p> <p>11. Usar arco mais curto para minimizar a queima do manganês.</p> <p>12. Ajustar o chanfro de modo a permitir adequada diluição e utilização do eletrodo.</p> <p>13. Alterar a seqüência de passes de forma a reduzir a restrição da solda no resfriamento.</p> <p>14. Mudar o material a fim de obter adequada relação % Mn / %S.</p> <p>15. Fazer pré-aquecimento para retardar o resfriamento.</p> <p>16. Usar eletrodos ressecados conforme recomendações do fabricante.</p> <p>17. Remover contaminação (óleos, umidades, etc.).</p> <p>18. Manter a solda a temperatura elevada por um período longo para permitir a saída do hidrogênio através da difusão (pós-aquecimento).</p>
--	---------------------------	---

Tabela 4

Quinta Aula



Nessa aula será apresentado o processo de soldagem MIG/MAG.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

MIG/MAG

As siglas MIG e MAG indicam processos de soldagem por fusão que utilizam o calor de um arco elétrico formado entre um eletrodo metálico consumível e a poça. Neles, o arco e a poça de fusão são protegidos contra a contaminação pela atmosfera por um gás ou uma mistura de gases.

Será demonstrado a seguir que esse processo tem no mínimo duas diferenças com relação ao processo por eletrodo revestido que também usa o princípio do arco elétrico para a realização da soldagem.

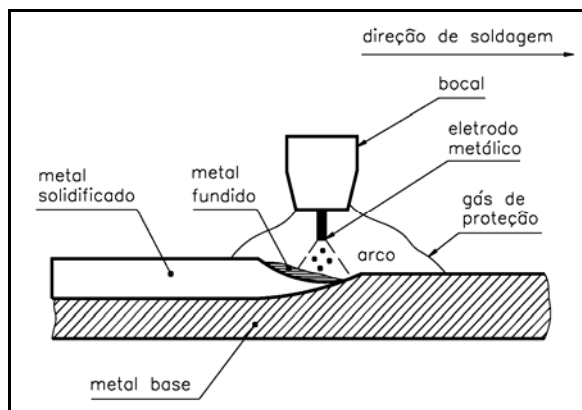


Fig. 11

A primeira diferença é que o processo MIG/MAG usa eletrodos não-revestidos, isto é, nuzinhos da silva, para a realização da soldagem.

A segunda é que a alimentação do eletrodo é feita **mecanicamente**. Essa semi-automatização faz com que o soldador seja responsável pelo início, pela interrupção da soldagem e por mover a tocha ao longo da junta. A manutenção do arco é assegurada pela alimentação mecanizada e contínua do eletrodo. Isso garante ao processo sua principal vantagem em relação a outros processos de soldagem manual: a alta produtividade.

As siglas **MIG** e **MAG**, usadas no Brasil, vêm do inglês *metal inert gas* e *metal active gas*. Essas siglas se

referem respectivamente aos gases de proteção usados no processo: gases inertes ou mistura de gases inertes, e gás ativo ou mistura de gás ativo com inerte. Ajudam também a identificar a diferença fundamental entre um e outro: a soldagem MAG é usada principalmente na soldagem de materiais **ferrosos**, enquanto a soldagem MIG é usada na soldagem de materiais **não-ferrosos**, como o alumínio, o cobre, o níquel, o magnésio e suas respectivas ligas.

A soldagem MIG/MAG é usada na fabricação de componentes e estruturas, na fabricação de equipamentos de médio e grande porte como pontes rolantes, vigas, escavadeiras, tratores; na indústria automobilística, na manutenção de equipamentos e peças metálicas, na recuperação de peças desgastadas e no revestimento de superfícies metálicas com materiais especiais.

As amplas aplicações desses processos são devidas à:

- Alta taxa de deposição, o que leva à alta produtividade no trabalho do soldador.
- Versatilidade em relação ao tipo de materiais, espessuras e posições de soldagem em que podem ser aplicados.
- Ausência de operações de remoção de escória por causa da não utilização de fluxos de soldagem.
- Exigência de menor habilidade do soldador.

Apesar da maior sensibilidade à variação dos parâmetros elétricos de operação do arco de soldagem, que influenciam diretamente na qualidade do cordão de solda, a soldagem MIG/MAG, por sua alta produtividade, é a que apresentou maior crescimento de utilização nos últimos anos no mundo.

Equipamentos para soldagem MIG/MAG

O equipamento usado no processo de soldagem com proteção a gás pode ser:

- Semi-automático, no qual a alimentação do eletrodo é feita automaticamente pela máquina e as demais operações são realizadas pelo soldador.
- Ou automático, no qual, após a regulagem feita pelo soldador, este não interfere mais no processo.

Para empregar o processo MIG/MAG, é necessário ter os seguintes equipamentos:

- 1 Uma fonte de energia
- 2 Um sistema de alimentação do eletrodo
- 3 Uma tocha/pistola de soldagem
- 4 Um suprimento de gás de proteção com regulador de pressão e fluxômetro
- 5 Um sistema de refrigeração de água, quando necessário

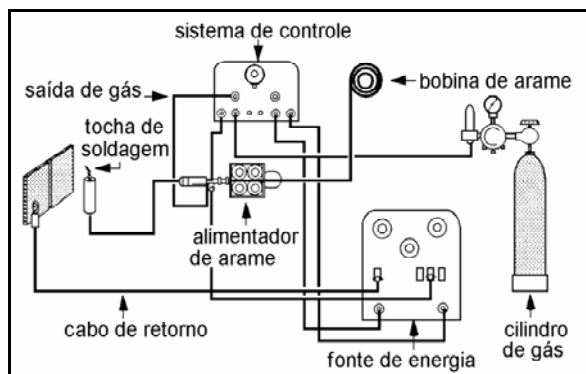


Fig. 12

As **fontes de energia** para a soldagem MIG/MAG são do tipo transformador-retificador de corrente contínua.

Para que o processo de soldagem com eletrodo consumível seja estável, é preciso que o comprimento do arco permaneça constante. Para isso, a velocidade de consumo do eletrodo deve ser, teoricamente e em média, igual à sua velocidade de alimentação. Esse trabalho é feito pelas fontes de energia de duas formas:

- a) Pelo controle da velocidade de alimentação do eletrodo de modo que a iguale à velocidade de fusão, ou
- b) Pela manutenção da velocidade de alimentação constante, permitindo variações nos parâmetros de soldagem.

Normalmente, o **sistema alimentador do eletrodo** combina as funções de acionar o eletrodo e controlar elementos como vazão de gás e água, e a energia elétrica fornecida ao eletrodo. Ele é acionado por um motor de corrente contínua independente da fonte. A velocidade de alimentação do arame (eletrodo), que vem enrolado em bobinas, está diretamente relacionada à intensidade da corrente de soldagem fornecida pela máquina de solda, conforme as características da fonte e do processo.

Para ser movimentado, o eletrodo é passado por um conjunto de roletes de alimentação, que pode estar próximo ou afastado da tocha de soldagem.

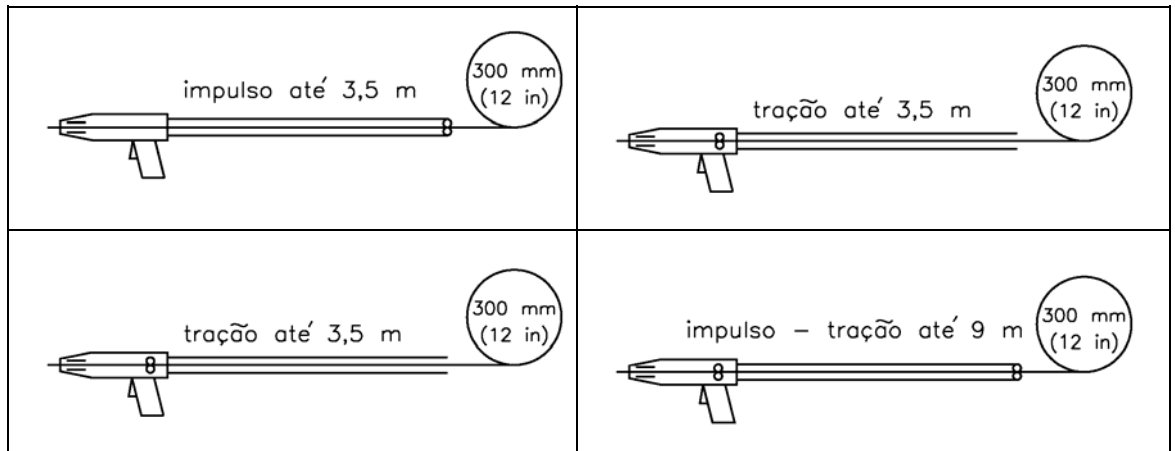


Fig. 13

A **tocha de soldagem** conduz simultaneamente o eletrodo, a energia elétrica e o gás de proteção a fim de produzir o arco de soldagem. Suas funções são:

- Guiar o eletrodo de modo que o arco fique alinhado com a junta a ser soldada.
- Fornecer a corrente de soldagem ao eletrodo.
- Envolver o arco e a poça de fusão com o gás de proteção.

Ela consiste basicamente de:

- Um bico de contato que faz a energização do arame-eletrodo.
- Um bocal que orienta o fluxo do gás.
- Um gatilho de acionamento do sistema.

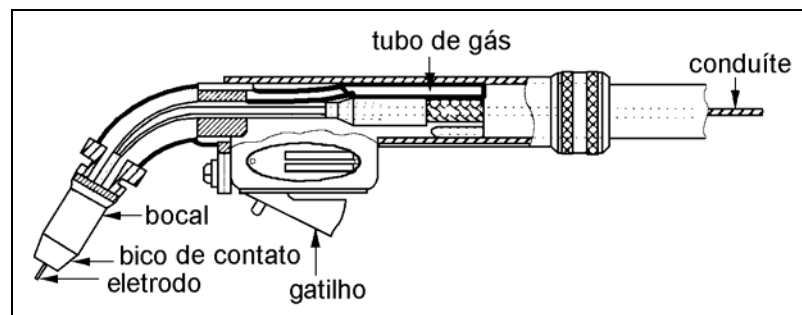


Fig. 14

As tochas de soldagem podem ser refrigeradas por água ou pelo próprio gás de proteção que conduzem. Isso depende dos valores de corrente usados e do ciclo de trabalho do equipamento. Assim, por exemplo, correntes de trabalho mais elevadas (acima de 220 A) e ciclos de trabalho superiores a 60% recomendam a refrigeração com água.

A **fonte de gás** consiste de um cilindro do gás ou mistura de gases de proteção dotado de regulador de pressão (manômetro) e/ou vazão (fluxômetro).

Todo esse conjunto tem um custo inicial maior do que o equipamento necessário para a execução da soldagem por eletrodos revestidos. Além disso, ele também exige mais cuidados de manutenção no decorrer de sua vida útil. Isso porém é compensado pelo alto nível de produtividade proporcionado pela utilização da soldagem MIG/MAG.

Sexta Aula



Nessa aula será apresentado o processo de soldagem TIG.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

TIG

TIG é uma sigla que deriva do inglês *Tungsten Inert Gas* e se refere a um processo de soldagem ao arco elétrico, com ou sem metal de adição, que usa um eletrodo não-consumível de tungstênio envolto por uma cortina de gás protetor.

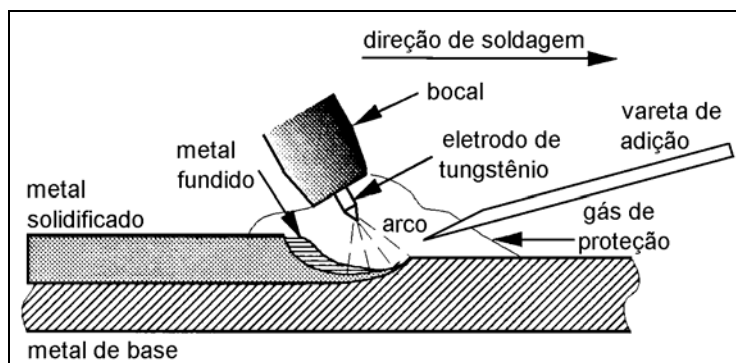


Fig. 15

Nesse processo, a união das peças metálicas é produzida por aquecimento e fusão através de um arco elétrico estabelecido entre um eletrodo de tungstênio não-consumível e as peças a serem unidas. A principal função do gás inerte é proteger a poça de fusão e o arco contra a contaminação da atmosfera.

Esse processo é aplicável à maioria dos metais e suas ligas numa ampla faixa de espessuras. Porém, devido à baixa taxa de deposição, sua aplicação é limitada à soldagem de peças pequenas e no passe de raiz, principalmente de metais não-ferrosos e de aço inoxidável.

O arco elétrico na soldagem TIG produz soldas com boa aparência e acabamento. Isso exige pouca ou nenhuma limpeza após a operação de soldagem. Esse arco pode ser obtido por meio de corrente alternada (CA), corrente contínua e eletrodo negativo (CC-), e corrente contínua e eletrodo positivo (CC+), que é pouco usada pelos riscos de fusão do eletrodo e contaminação da solda.

Um arco de soldagem TIG ideal é aquele que fornece a máxima quantidade de calor ao metal-base e a mínima ao eletrodo. Além disso, no caso de alumínio e magnésio e suas ligas, ele deve promover a remoção da camada de óxido que se forma na frente da poça de fusão. Dependendo da situação e de acordo com as necessidades do trabalho, cada um dos modos de se produzir o arco (CA, CC+ ou CC-) apresenta um ou mais desses requisitos. Veja tabela a seguir.

Fonte: Tecnologia da soldagem por Paulo Villani Marques e outros. Belo Horizonte: ESAB, 1981, n. 1573.

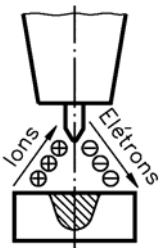
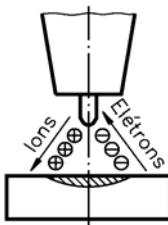
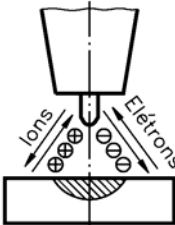
Tipo de corrente	C/C-	C/C+	CA (Balanceada)
Polaridade do eletrodo	Negativa ou direta	Positiva ou inversa	
			
Ação de limpeza	Não	Sim	Sim, em cada semi-ciclo
Balanco de calor no arco (aprox.)	70% na peça 30% no eletrodo	30% na peça 70% no eletrodo	50% na peça 50% no eletrodo
Penetração	Estreita e profunda	Rasa e superficial	Média
Aplicação	Aço, cobre, prata, aços austeníticos ao cromo-níquel e ligas resistentes ao calor.	Pouco usada. Requer eletrodos de menor dia-metro ou correntes mais baixa.	Alumínio, Magnésio e suas ligas.

Tabela 5

O uso do eletrodo não-consumível permite a soldagem sem utilização de metal de adição. O gás inerte, por sua vez, não reage quimicamente com a poça de fusão. Com isso, há pouca geração de gases e fumos de soldagem, o que proporciona ótima visibilidade para o soldador.

A soldagem TIG é normalmente manual em qualquer posição, mas, com o uso de dispositivos adequados, o processo pode ser facilmente mecanizado.

Equipamento básico

O equipamento usado na soldagem TIG é composto basicamente por:

- Uma fonte de energia elétrica
- Uma tocha de soldagem
- Uma fonte de gás protetor
- Um eletrodo para a abertura do arco
- Unidade para circulação de água para refrigeração da tocha

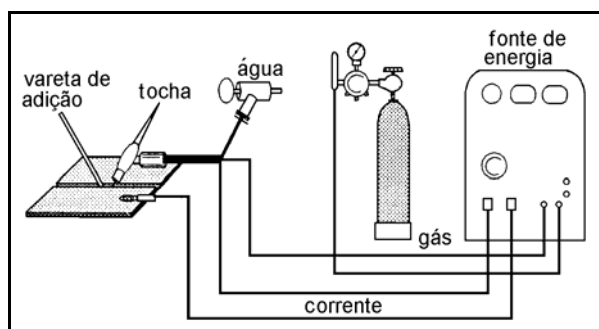


Fig. 16

A **fonte de energia** elétrica é do tipo ajustável e pode ser:

- Um transformador que fornece corrente alternada
- Um transformador/retificador de corrente contínua com controle eletromagnético ou eletrônico
- Fonte de corrente pulsada
- Fontes que podem fornecer corrente contínua ou alternada

A **tocha de soldagem** tem como função suportar o eletrodo de tungstênio e conduzir o gás de proteção de forma apropriada. Ela é dotada de uma pinça interna que serve para segurar o eletrodo e fazer o contato elétrico. Possui também um bocal que pode ser de cerâmica ou de metal e cuja função é direcionar o fluxo do gás.

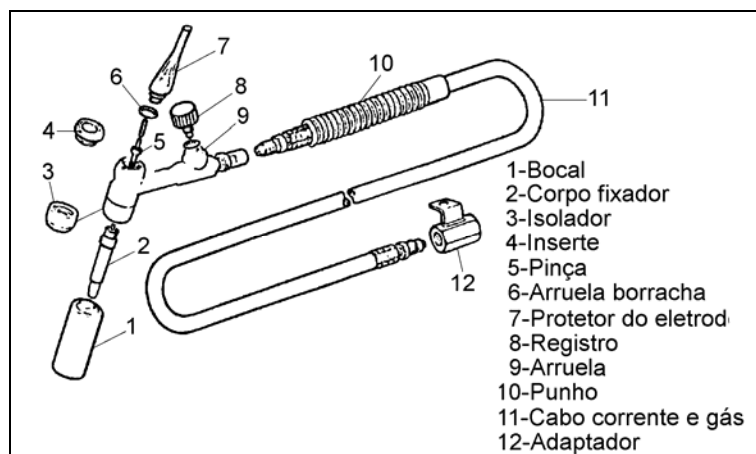


Fig. 17

Todas as tochas precisam ser refrigeradas. Isso pode ser feito pelo próprio gás de proteção, em tochas de capacidade de até 150 A ou, para tochas entre 150 e 500 A, com água corrente fornecida por um circuito de refrigeração composto por um motor elétrico, um radiador e uma bomba-d'água.



Sétima, Oitava e Nona Aulas

Nessas três aulas será realizada atividade prática de visita às dependências da empresa, tendo em vista a observação e acompanhamento dos processos de soldagem aplicados na empresa, subsidiando a elaboração de relatório a partir das observações e entrevistas.



Passo 1 / Aula prática



150 min

Os jovens deverão elaborar um relatório de visita que tem por objetivo verificar o aproveitamento relativo a esse capítulo. Para isso é necessário que elaborem, ainda em sala de aula, um roteiro da visita e perguntas que farão aos funcionários e que deverá ser apresentado ao educador para verificação e validação.

O objeto do relatório será a verificação de:

- Tipos de processos de soldagem utilizados na empresa.
- Tipos de máquinas e acessórios utilizados.
- Descrever a regulagem da máquina utilizada.
- Tipo e tamanho de cordão executados.
- Tipos de consumíveis utilizados.
- Segurança do trabalho nas áreas de soldagem (EPIs e EPCs).
- Procedimentos e posturas de trabalho identificáveis no processo.
- Identificar que tipo de qualificação o funcionário buscou para exercício da profissão.

Educador, você deve preparar previamente um roteiro de visita e orientar pessoas dos postos de trabalho para atender às perguntas dos jovens de forma clara e objetiva para que não interfiram no processo produtivo, além, é claro, de respeitarem as áreas de acesso com uso obrigatório de EPI. Uma boa estratégia é, dependendo do número de jovens, organizar grupos para facilitar o deslocamento pela empresa.

Décima Aula



Nessa aula será realizada a elaboração do relatório da visita para a avaliação.



Passo 1 / Elaboração de relatório



50 min

Dependendo dos recursos disponíveis, o relatório deverá ser formatado em um computador e impresso. Para essa formatação é necessário verificar se há formatos padronizados e profissional da área de Comunicação para orientá-los.

Educador, a avaliação tem por objetivo verificar a retenção e assimilação dos conteúdos pelos jovens, mas também a verificação do desempenho do educador. Procure, ao apresentar o resultado das avaliações, relacioná-las com situações reais e concretas.



Décima Primeira Aula

Nessa aula será realizada avaliação teórica referente ao capítulo 2.

PROJETO ESCOLA FORMARE

CURSO:

ÁREA DO CONHECIMENTO: Manutenção Mecânica

Nome Data:/...../

Avaliação Teórica

- 1 Cite 4 (quatro) EPIs – Equipamento de Proteção Individual, relacionando em quais operações de ajustagem mecânica eles devem ser utilizados:

EPI	OPERAÇÃO
1.	
2.	
3.	
4.	

- 2 Cite, pelo menos, 3 (três) ações para prevenção de acidentes e de incêndios:

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

- 3 Descreva o que se entende por conduta ética no âmbito profissional:

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

4 Coloque (V) para Verdadeiro e (F) para falso nas afirmações abaixo:

() A traçagem serve para transportar para a peça os desenhos e pontos ou linhas importantes para a usinagem.

() Para traçar arcos e circunferências utilizamos o punção de bico e o compasso.

() O serramento é uma operação bastante versátil, pois podemos usar qualquer tipo de serra para cortar qualquer tipo de material.

() Não é aconselhável usar o serramento quando precisamos retirar uma quantidade maior de material em um tempo menor, para facilitar a usinagem posterior.

() A traçagem e o serramento são operações preparatórias para usinagem e acabamento.

5 Associe a coluna A (tipo de lima) com a coluna B (aplicação).

Coluna A

Coluna B

a. () Lima bastarda

1. Superfícies côncavas e planas.

b. () Lima murça

2. Para materiais metálicos e não ferrosos:
ex.alumínio

c. () Lima meia-cana

3. Acabamento de superfícies.

d. () Lima chata

4. Para materiais metálicos ferrosos: ex.aço

e. () Lima com picado simples

5. Desbaste de superfícies

f. () Lima com picado cruzado

6. Superfícies planas.

6 Complete a frase abaixo com os termos técnicos corretos:

“_____ são máquinas em que o operador esmerilha materiais, principalmente na afiação de ferramentas “

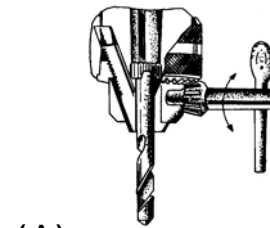
7 Relacione corretamente as colunas abaixo:

() Escareador

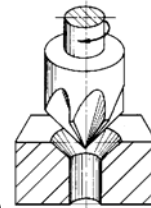
() Alargador

() Rebaixador

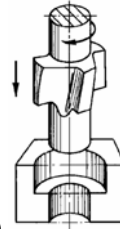
() Mandril



(A)



(B)

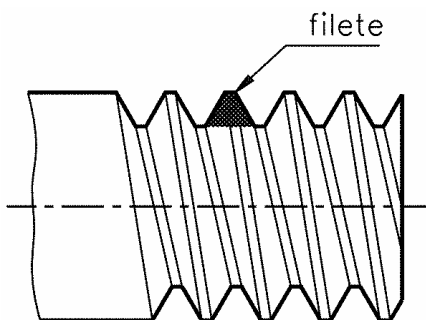


(C)



(D)

8 Complete as frases abaixo:



1. _____ é um conjunto de filetes em torno de uma superfície cilíndrica. As _____ podem ser internas ou externas. As internas encontram-se no interior das porcas e as externas se localizam no corpo dos parafusos.

2. As _____ triangulares classificam-se, segundo o seu perfil, em três tipos: _____, _____ e _____.

9 Quais as ferramentas que utilizamos para abrir, manualmente, roscas externas e internas?

Roscas externas

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

Roscas internas

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

10 Explique com suas palavras quais os procedimentos, ou seja, quais os passos para soldar peças pelo Processo – Eletrodo Revestido:

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

3 Manutenção: Conceitos e planejamento

Serão apresentados os objetivos referentes ao conceito, tipos e características da manutenção de indústrias mecânicas.

Objetivos

- Reconhecer o conceito e os objetivos da manutenção.
- Identificar os principais tipos de manutenção.
- Identificar a importância e forma de planejamento, controle e administração da manutenção.
- Reconhecer as características das ferramentas TPM e FMEA utilizadas em processos de manutenção.
- Identificar técnicas para avaliação física na manutenção e seus benefícios.
- Identificar, por meio de observação e entrevistas: processos, máquinas, acessórios, normas, procedimentos e posturas de profissionais em situação real de trabalho de manutenção.
- Consolidar as informações em painel gráfico para apresentação.

Primeira Aula



Nessa aula serão apresentados o conceito, os objetivos e os tipos de manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Conceito e objetivos

Podemos entender manutenção como o conjunto de cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de máquinas, equipamentos, ferramentas e instalações. Esses cuidados envolvem a conservação, a adequação, a restauração, a substituição e a prevenção. Por exemplo, quando mantemos as engrenagens lubrificadas, estamos conservando-as. Se estivermos retificando uma mesa de desempenho, estaremos restaurando-a. Se estivermos trocando o plugue de um cabo elétrico, estaremos substituindo-o.

De modo geral, a manutenção em uma empresa tem como objetivos:

- Manter equipamentos e máquinas em condições de pleno funcionamento para garantir a produção normal e a qualidade dos produtos.
- Prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas.

Alcançar esses objetivos requer manutenção diária em serviços de rotina e de reparos periódicos programados.

A manutenção ideal de uma máquina é a que permite alta disponibilidade para a produção durante todo o tempo em que ela estiver em serviço e a um custo adequado.

Os serviços de rotina constam de inspeção e verificação das condições técnicas das unidades das máquinas. A detecção e a identificação de pequenos defeitos dos elementos das máquinas, a verificação dos sistemas de lubrificação e a constatação de falhas de ajustes são exemplos dos serviços da manutenção de rotina.

A responsabilidade pelos serviços de rotina não é somente do pessoal da manutenção, mas também de todos os operadores de máquinas. Saliente-se que há, também, manutenção de emergência ou corretiva que será estudada logo adiante.

Os serviços periódicos de manutenção consistem de vários procedimentos que visam a manter a máquina e equipamentos em perfeito estado de funcionamento. Esses procedimentos envolvem várias operações:

- Monitorar as partes da máquina sujeitas a maiores desgastes.
- Ajustar ou trocar componentes em períodos predeterminados.
- Exame dos componentes antes do término de suas garantias.
- Replanejar, se necessário, o programa de prevenção.
- Testar os componentes elétricos, etc.

Os serviços periódicos de manutenção podem ser feitos durante paradas longas das máquinas por motivos de quebra de peças (o que deve ser evitado) ou outras falhas, ou durante o planejamento de novo serviço ou, ainda, no horário de mudança de turnos.

As paradas programadas visam à desmontagem completa da máquina para exame de suas partes e conjuntos. As partes danificadas, após exame, são recondiçionadas ou substituídas. A seguir, a máquina é novamente montada e testada para assegurar a qualidade exigida em seu desempenho.

Reparos não programados também ocorrem e estão inseridos na categoria conhecida pelo nome de manutenção corretiva. Por exemplo, se uma furadeira de bancada estiver em funcionamento e a correia partir, ela deverá ser substituída de imediato para que a máquina não fique parada.

O acompanhamento e o registro do estado da máquina, bem como dos reparos feitos, são fatores importantes em qualquer programa de manutenção.

Tipos de manutenção

Há dois tipos de manutenção: a planejada e a não planejada.

A manutenção planejada classifica-se em quatro categorias: preventiva, preditiva, TPM.

A manutenção preventiva consiste no conjunto de procedimentos e ações antecipadas que visam a manter a máquina em funcionamento.

A manutenção preditiva é um tipo de ação preventiva baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes das máquinas e equipamentos. Esses dados são obtidos por meio de um acompanhamento do desgaste de peças vitais de conjuntos de máquinas e de equipamentos. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos de peças. Exemplos: análise de vibrações, monitoramento de mancais.

A TPM (manutenção produtiva total) foi desenvolvida no Japão. É um modelo calcado no conceito “de minha máquina, cuido eu”.

A manutenção corretiva tem o objetivo de localizar e reparar defeitos em equipamentos que operam em regime de trabalho contínuo.

A manutenção de ocasião consiste em fazer consertos quando a máquina se encontra parada.

Segunda Aula



Nessa aula serão apresentados os princípios para administração da manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Planejamento, programação e controle

Nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação da produção. Se as paradas não forem previstas, ocorrem vários problemas, tais como: atrasos no cronograma de fabricação, indisponibilidade da máquina, elevação dos custos, etc.

Para evitar esses problemas, as empresas introduziram, em termos administrativos, o planejamento e a programação da manutenção. No Brasil, o planejamento e a programação da manutenção foram introduzidos durante os anos 60.

A função planejar significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar decisões.

A função programar significa determinar pessoal, dia e hora para execução dos trabalhos.

Um plano de manutenção deve responder às seguintes perguntas:

- Como?
- O quê?
- Em quanto tempo?
- Quem?
- Quando?
- Quanto?

As três primeiras perguntas são essenciais para o planejamento e as três últimas, imprescindíveis para a programação.

O plano de execução deve ser controlado para se obter informações que orientem a tomada de decisões quanto a equipamentos e equipes de manutenção.

O controle é feito por meio de coleta e tabulação de dados, seguidos de interpretação. É dessa forma que são estabelecidos os padrões ou normas de trabalho.

Organização e administração

Por organização do serviço de manutenção podemos entender a maneira como se compõem, se ordenam e se estruturam os serviços para o alcance dos objetivos visados.

A administração do serviço de manutenção tem o objetivo de normatizar as atividades, ordenar os fatores de produção, contribuir para a produção e a produtividade com eficiência, sem desperdícios e retrabalho.

O maior risco que a manutenção pode sofrer, especialmente nas grandes empresas, é o da perda do seu principal objetivo, por causa, principalmente, da falta de organização e de uma administração excessivamente burocratizada.

Terceira Aula



Nessa aula serão apresentadas as metodologias TPM e FMEA aplicadas em processos de manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

TPM

Na sua configuração inicial, a TPM contava com cinco pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia. Posteriormente foram incluídos mais três atividades ou pilares, quais sejam: manutenção com vistas à melhoria da qualidade; gerenciamento; segurança, higiene e meio ambiente. Ao todo, são eles:

- 1 Melhoria individual dos equipamentos para elevar a eficiência.
- 2 Elaboração de uma estrutura de manutenção autônoma do operador.
- 3 Elaboração de uma estrutura de manutenção planejada do departamento de manutenção.
- 4 Treinamento para a melhoria da habilidade do operador e do técnico de manutenção.
- 5 Elaboração de uma estrutura de controle inicial do equipamento.
- 6 Manutenção com vistas à melhoria da qualidade.
- 7 Gerenciamento.
- 8 Segurança, higiene e meio ambiente.

FMEA

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*), é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. Esse é o objetivo básico dessa técnica, ou seja, detectar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto. Pode-se dizer que, com sua utilização, se está diminuindo as chances de o

produto ou processo falhar, ou seja, estamos buscando aumentar sua confiabilidade.

Essa dimensão da qualidade, a confiabilidade, tem se tornado cada vez mais importante para os consumidores, pois a falha de um produto, mesmo que prontamente reparada pelo serviço de assistência técnica e totalmente coberta por termos de garantia, causa, no mínimo, uma insatisfação ao consumidor ao privá-lo do uso do produto por determinado tempo. Além disso, cada vez mais são lançados produtos em que determinados tipos de falhas podem ter conseqüências drásticas para o consumidor, tais como aviões e equipamentos hospitalares nos quais o mal funcionamento pode significar até mesmo um risco de vida ao usuário.

Apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Assim, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos.

A norma QS 9000 especifica o FMEA como um dos documentos necessários para um fornecedor submeter uma peça/produto à aprovação da montadora. Este é um dos principais motivos pela divulgação desta técnica. Deve-se, no entanto, implantar o FMEA em uma empresa, visando-se aos seus resultados e não simplesmente para atender a uma exigência da montadora.

Esta metodologia pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise são as mesmas, ambas diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Assim as análises FMEAs são classificadas em dois tipos:

- **FMEA de produto** – Na qual são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo dessa análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrentes do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto.
- **FMEA de processo** – São consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

Pode-se aplicar a análise FMEA nas seguintes situações:

- Para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos.
- Para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (ou seja, que ainda não tenham ocorrido) em produtos/processos já em operação.
- Para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram.
- Para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos.

Para aplicar-se a análise FMEA em um determinado produto/processo, portanto, forma-se um grupo de trabalho que irá definir a função ou característica daquele produto/processo; irá relacionar todos os tipos de falhas que possam ocorrer; descrever, para cada tipo de falha suas possíveis causas e efeitos; relacionar as medidas de detecção e prevenção de falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para avaliar os riscos e, por meio destes riscos, discutir medidas de melhoria.

Quarta Aula



Nessa aula serão apresentados o conceito e as técnicas sobre avaliação física na manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

A manutenção preditiva consiste na definição e no planejamento antecipado das intervenções corretivas, a partir da aplicação sistemática de uma ou mais técnicas de monitoração, como:

- Análise de vibrações de equipamentos rotativos e alternativos
- Análise de corrente e fluxo magnético de motores elétricos
- Análise de óleo lubrificante (tribologia e ferrografia)
- Termografia de sistemas elétricos e mecânicos

- Ultra-som para detecção de vazamentos e defeitos de válvulas e purgadores.

Essas técnicas são capazes de detectar os defeitos de funcionamento sem interrupção do processo produtivo e com antecedência suficiente para programar as intervenções corretivas, de modo a atingir os seguintes benefícios:

- Aumento da segurança e da disponibilidade dos equipamentos, com redução dos riscos de acidentes e interrupções inesperadas da produção.
- Eliminação da troca prematura de componentes com vida útil remanescente ainda significativa.
- Redução dos prazos e custos das intervenções, pelo conhecimento antecipado dos defeitos a serem corrigidos.
- Aumento da vida útil das máquinas e componentes pela melhoria das condições de instalação e operação.

A análise estatística dos dados coletados pela manutenção preditiva permite ainda:

- Identificar equipamentos com problemas crônicos e orientar a sua correção.
- Avaliar a eficácia e a qualidade dos serviços corretivos e propor programas de treinamento e a adoção de novas tecnologias, visando ao seu aprimoramento.

De um modo geral, pode-se afirmar que a aplicação de programas de manutenção preditiva em indústrias de processo resulta, a médio e longo prazo, em reduções da ordem de 2/3 nos prejuízos com interrupções inesperadas de produção e de 1/3 nos gastos com a manutenção, após uma fase inicial de investimentos.

Quinta e Sexta Aulas



Nessas duas aulas será realizada atividade prática de visita às dependências da empresa, tendo em vista a observação e acompanhamento dos processos de manutenção aplicados na empresa, subsidiando a elaboração de relatório a partir das observações e entrevistas.



Passo 1 / Aula teórica



100 min

Os jovens deverão elaborar um relatório de visita que tem por objetivo verificar o aproveitamento relativo a esse capítulo, para isso é necessário que elaborem, ainda em sala de aula, um roteiro da visita e perguntas que farão aos funcionários e, apresentar ao educador para verificação e validação.

O objeto do relatório será a verificação de, pelo menos, duas operações de manutenção, observando:

- Tipos de manutenção utilizados na empresa.
- Quais os métodos de avaliação empregados.
- Descrever os processos de execução utilizados.
- Citar qual a forma de decisão utilizada.
- Apresentar os custos de cada processo.
- Descrever e se possível apresentar modelo de formulário para registro das informações.
- Segurança do trabalho nas áreas de manutenção (EPIs e EPCs).
- Procedimentos e posturas de trabalho identificáveis no processo.

Educador, você deve preparar previamente um roteiro de visita e orientar pessoas dos postos de trabalho para atender às perguntas dos jovens de forma clara e objetiva para que não interfiram no processo produtivo, além, é claro, de respeitarem as áreas de acesso com uso obrigatório de EPI. Uma boa estratégia é, dependendo do número de jovens, organizar grupos para facilitar o deslocamento pela empresa.



Sétima e Oitava Aulas

Nessas aulas os jovens devem elaborar um painel consolidando as informações da visita e preparar a apresentação do trabalho para a turma.



Passo 1 / Elaboração de painel gráfico



50 min

A partir dos dados coletados nas visitas e conversas com os técnicos das áreas, os jovens, em pequenos grupos, deverão preparar um relatório que será objeto de avaliação.

Educador, a avaliação tem por objetivo verificar a retenção e assimilação dos conteúdos pelos jovens, mas também a verificação do desempenho do educador. Procure, ao apresentar o resultado das avaliações, relacioná-las com situações reais e concretas.

Dependendo dos recursos disponíveis, o painel deverá ser formatado em um computador e impresso. Caso não seja possível, disponibilize materiais tais como: canetas hidrocor, lápis de cor, pincéis atômicos, folhas de cartolina, papel cartão (dúplex ou tríplex).



Passo 2 / Apresentação de painel



50 min

Atividades

- Combinar, previamente, a ordem e o tempo de apresentação dos grupos.
- Suscitar a discussão entre os grupos.

4 Técnicas de Manutenção

Serão apresentados os objetivos referentes aos elementos padronizados de máquinas, suas características, tipos, classificação e técnicas para montagem e desmontagem.

Objetivos

- Identificar tipos de mancais, sua classificação e aplicação.
- Identificar tipos de eixos e sua aplicação.
- Identificar elementos de vedação, suas características, classificação e aplicação.
- Identificar polias e correias, suas características, classificação e aplicação.
- Identificar engrenagens, suas características, classificação e aplicação.
- Praticar técnicas de lubrificação, alinhamento, montagem e desmontagem de componentes.
- Identificar, por meio de observação e entrevistas: processos, máquinas, acessórios, normas, procedimentos e posturas de profissionais em situação real de trabalho de manutenção.

Primeira Aula



Nessa aula serão apresentados os tipos de mancais e suas classificações.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Mancais de deslizamento

Geralmente, os mancais de deslizamento são constituídos de uma bucha fixada num suporte. Esses mancais são usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, porque a baixa velocidade evita superaquecimento dos componentes expostos ao atrito.

O uso de buchas e de lubrificantes permite reduzir esse atrito e melhorar a rotação do eixo.

As buchas são, em geral, corpos cilíndricos ocos que envolvem os eixos, permitindo-lhes uma melhor rotação. São feitas de materiais macios, como o bronze e ligas de metais leves.

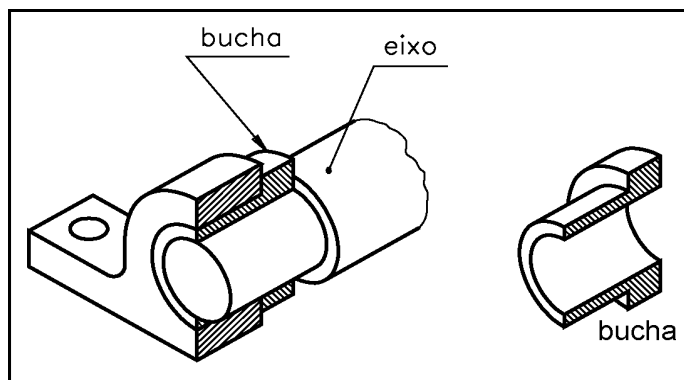


Fig. 1

Mancais de rolamento

Os eixos das máquinas, geralmente, funcionam assentados em apoios. Quando um eixo gira dentro de um furo produz-se, entre a superfície do eixo e a superfície do furo, um fenômeno chamado atrito de escorregamento.

Quando é necessário reduzir ainda mais o atrito de escorregamento, utilizamos outro elemento de máquina, chamado rolamento.

Os rolamentos são classificados em função dos seus elementos rolantes: esfera, rolos, agulha.

Os rolamentos limitam, ao máximo, as perdas de energia em consequência do atrito.

São geralmente constituídos de dois anéis concêntricos, entre os quais são colocados elementos rolantes como esferas, roletes e agulhas.

Os rolamentos de esfera compõem-se de:

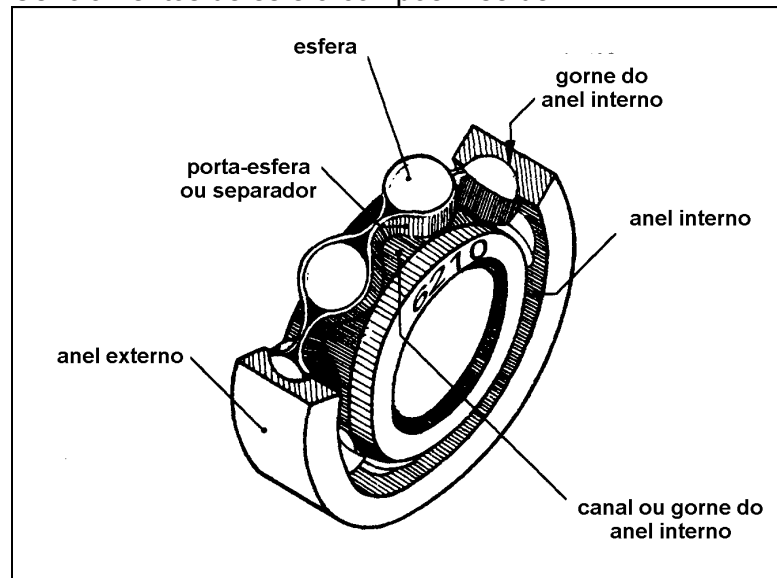


Fig. 2

O anel externo é fixado no mancal, enquanto o anel interno é fixado diretamente ao eixo.

As dimensões e características dos rolamentos são indicadas nas diferentes normas técnicas e nos catálogos de fabricantes.

Características dos rolamentos:

D: Diâmetro externo

d: Diâmetro interno

R: Raio de arredondamento

L: Largura

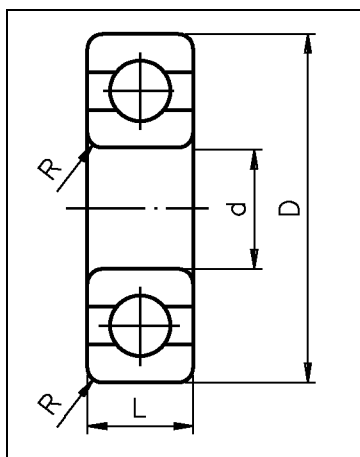


Fig. 3

Em geral, a normalização dos rolamentos é feita a partir do diâmetro interno, isto é, a partir do diâmetro do eixo em que o rolamento é utilizado.

Os rolamentos classificam-se de acordo com as forças que eles suportam. Podem ser radiais, axiais e mistos.

Radiais – Não suportam cargas axiais e impedem o deslocamento no sentido transversal ao eixo.

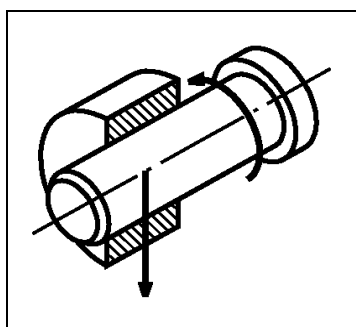


Fig. 4

- **Axiais** – Não podem ser submetidos a cargas radiais. Impedem o deslocamento no sentido axial, isto é, longitudinal ao eixo.

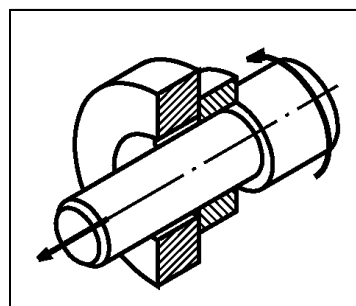


Fig. 5

- **Mistos** – Suportam tanto carga radial como axial. Impedem o deslocamento tanto no sentido transversal quanto no axial.

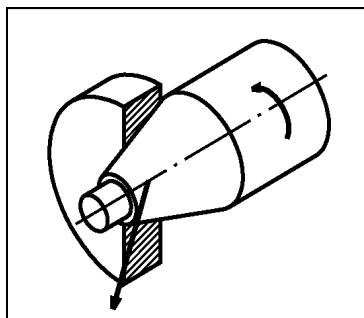


Fig. 6

Conforme a solicitação, apresentam uma infinidade de tipos para aplicação específica como: máquinas agrícolas, motores elétricos, máquinas, ferramentas, compressores, construção naval etc.

Vantagens e desvantagens dos rolamentos

Vantagens	Desvantagens
✓ Menor atrito e aquecimento.	✓ Maior sensibilidade aos choques.
✓ Baixa exigência de lubrificação.	✓ Maiores custos de fabricação.
✓ Intercambialidade internacional.	✓ Tolerância pequena para carcaça e alojamento do eixo.
✓ Não há desgaste do eixo.	✓ Não suporta cargas tão elevadas como os mancais de deslizamento.
✓ Pequeno aumento da folga durante a vida útil.	✓ Ocupa maior espaço radial.

Tipos e seleção

Os rolamentos são selecionados conforme:

- As medidas do eixo
- O diâmetro interno (d)
- O diâmetro externo (D)
- A largura (L);
- O tipo de solicitação
- O tipo de carga
- O nº de rotação

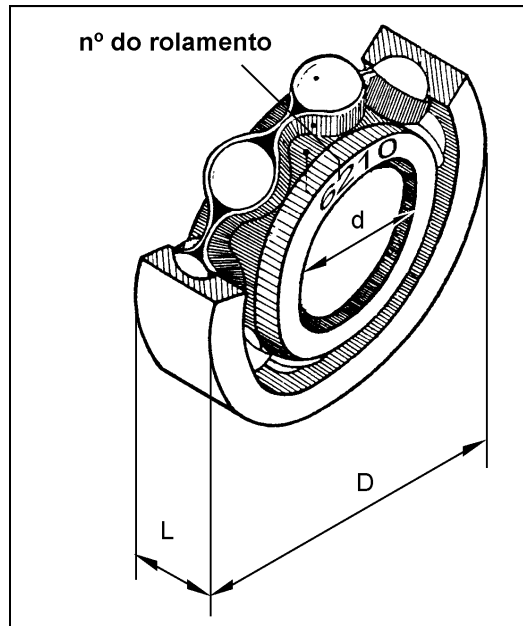


Fig. 7

Com essas informações, consulta-se o catálogo do fabricante para identificar o rolamento desejado.

Segunda Aula



Nessa aula serão apresentados tipos de eixos e suas características.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Tipos e características de árvores

Conforme suas funções, uma árvore pode ser de engrenagens (em que são montados mancais e rolamentos) ou de manivelas, que transforma movimentos circulares em movimentos retilíneos.

Para suporte de forças radiais, usam-se espigas retas, cônicas, de colar, de manivela e esférica.

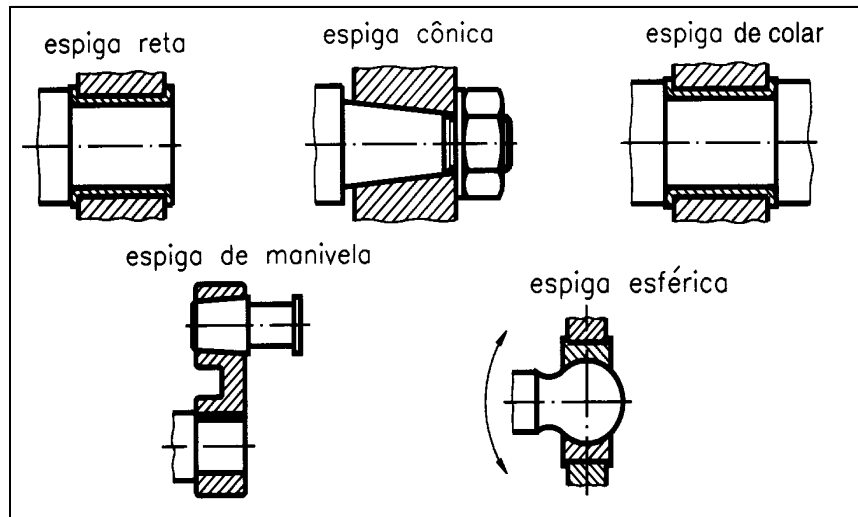


Fig. 8

Para suporte de forças axiais, usam-se espigas de anéis ou de cabeça.

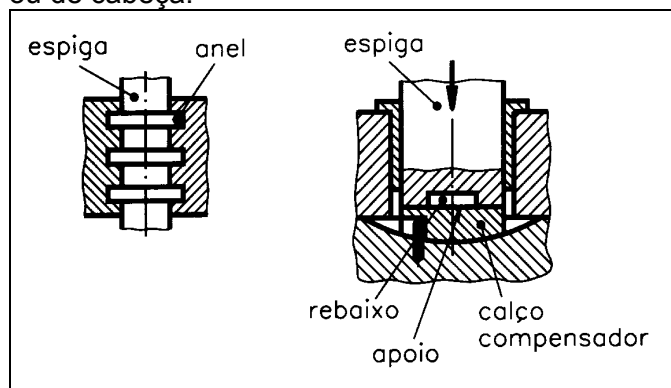


Fig. 9

As forças axiais têm direção perpendicular (90°) à seção transversal do eixo, enquanto as forças radiais têm direção tangente ou paralela à seção transversal do eixo.

Quanto ao tipo, os eixos podem ser roscados, ranhurados, estriados, maciços, vazados, flexíveis, cônicos, cujas características estão descritas a seguir.

Eixos maciços

A maioria dos eixos maciços tem seção transversal circular maciça, com degraus ou apoios para ajuste das peças montadas sobre eles. A extremidade do eixo é chanfrada para evitar rebarbas. As arestas são arredondadas para aliviar a concentração de esforços.

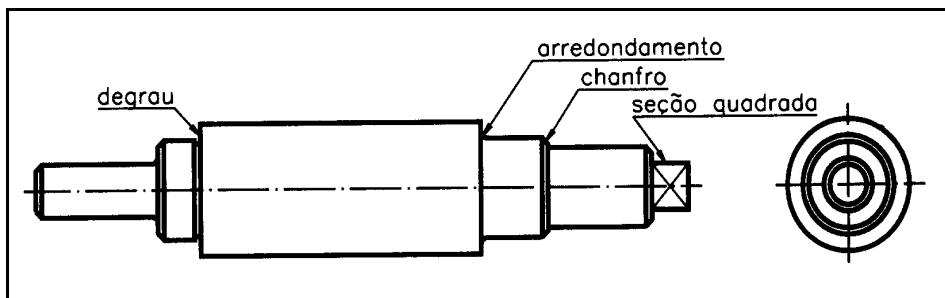


Fig. 10

Eixos cônicos

Os eixos cônicos devem ser ajustados a um componente que possua um furo de encaixe cônico. A parte que se ajusta tem um formato cônico e é firmemente presa por uma porca. Uma chaveta é utilizada para evitar a rotação relativa.

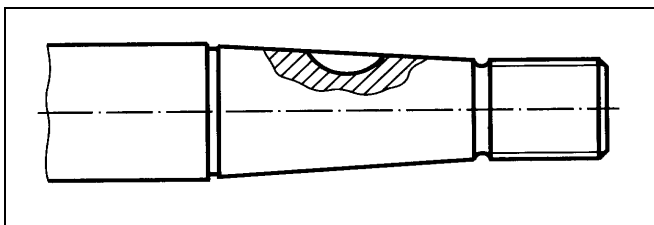


Fig. 11

Eixos roscados

Esse tipo de eixo é composto de rebaixos e furos roscados, o que permite sua utilização como elemento de transmissão e também como eixo prolongador utilizado na fixação de rebolos para retificação interna e de ferramentas para usinagem de furos.

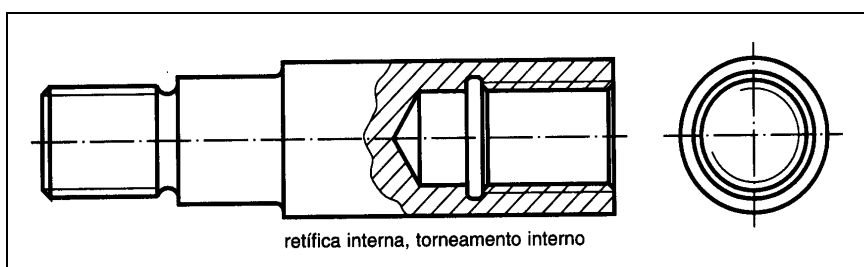


Fig. 12

Eixos-árvore ranhurados

Esse tipo de eixo apresenta uma série de ranhuras longitudinais em torno de sua circunferência. Essas ranhuras engrenam-se com os sulcos correspondentes de peças que serão montadas no eixo. Os eixos ranhurados são utilizados para transmitir grande força.

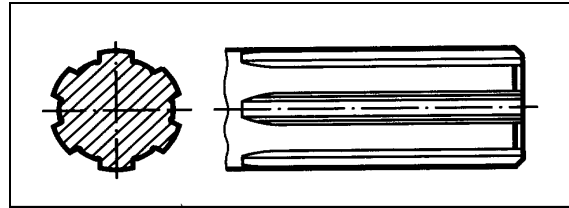


Fig. 13

Eixos-árvore estriados

Assim como os eixos cônicos, como chavetas, caracterizam-se por garantir uma boa concentricidade com boa fixação, os eixos-árvore estriados também são utilizados para evitar rotação relativa em barras de direção de automóveis, alavancas de máquinas, etc.

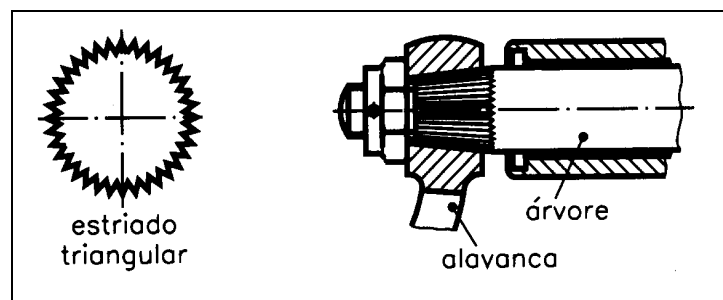


Fig. 14



Terceira Aula

Nessa aula serão apresentados elementos de vedação e sua classificação.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Elementos de vedação

Elementos de vedação são peças que impedem a saída de fluido de um ambiente fechado (tubulação, depósito, etc.) e evitam que esse ambiente seja poluído por agentes externos.

Esses elementos, geralmente, localizam-se entre duas peças fixas ou em duas peças em movimento relativo. As junções cujas peças apresentam movimento relativo se subdividem em girantes, quando o movimento é de rotação, e deslizantes, quando o movimento é de translação.

Muitas vezes, a vedação requer atenção aos seguintes aspectos:

- **Temperatura** – No caso de se trabalhar em ambiente com temperatura muito elevada, a vedação torna-se mais difícil.
- **Acabamento das peças** – Uma boa vedação requer bom acabamento das superfícies a serem vedadas.
- **Pressão** – Quanto mais elevada for a pressão do fluido, tanto maior será a possibilidade de escapamento, ou seja, a vedação torna-se mais difícil.
- **Estado físico** – Os fluidos líquidos são mais fáceis de serem vedados do que os fluidos em estado gasoso.

Portanto, os elementos de vedação de máquinas devem ser adequados a esses aspectos para que se evitem riscos de escapamento e até de acidentes.

Os elementos de vedação classificam-se em dois grupos: de junções fixas e de junções móveis.

As vedações nas junções fixas podem ser feitas de maneira direta ou por elementos intermediários.

Vedação em ogiva, para baixas pressões – A vedação se efetua em uma superfície tronco-cônica com esfera.

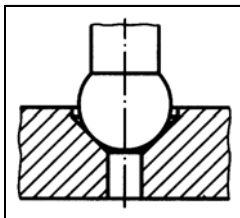


Fig. 15

Vedação em faca, para médias pressões – Efetuada mediante a aproximação de uma coroa circular a um plano.

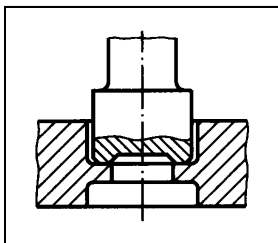


Fig. 16

Vedação cônica, para altas pressões – É o melhor tipo de vedação e se efetua entre duas superfícies cônicas que têm geratrizes coincidentes.

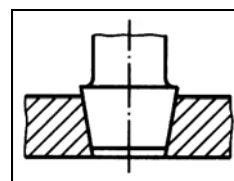


Fig. 17

Guarnições são peças flexíveis colocadas entre duas superfícies rígidas, geralmente planas. Dessa forma, as guarnições impedem passagem ou vazamento de fluidos.

As guarnições podem ser feitas de borracha, cobre, cortiça ou amianto, e podem ter formatos variados: chatos, toroidais, perfilados, revestidos, etc.

A vedação com elementos intermediários (guarnições) tem a vantagem de ser feita com mais facilidade do que a vedação direta. Basta uma simples pressão para moldar a guarnição entre as superfícies a serem vedadas.

O quadro a seguir apresenta uma descrição de guarnições para junções fixas: suas formas, representações, materiais de fabricação e campos de emprego.

Veja alguns exemplos de aplicações de guarnições para junções fixas.

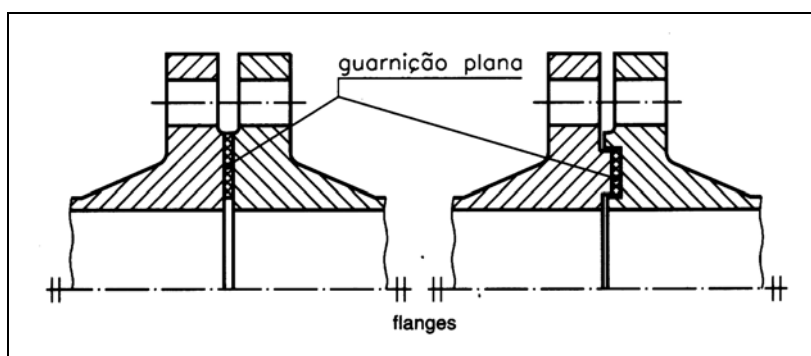


Fig. 18

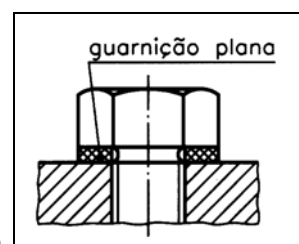


Fig. 19

Abaixo está a ilustração de guarnição para junção fixa, denominada arruela Dowty, formada por dois anéis. O externo é de metal e o interno é de material elástico.

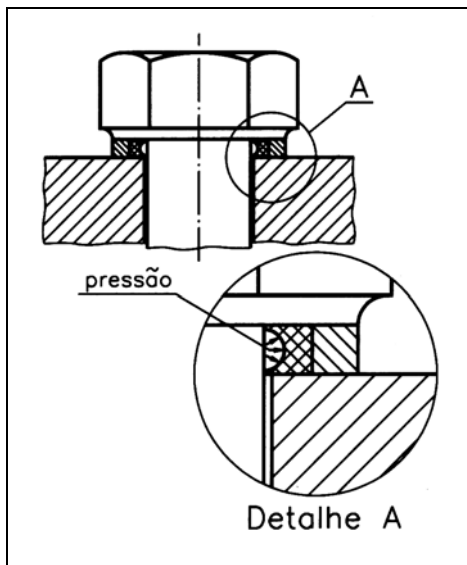


Fig. 20

A ampliação mostra como a pressão deforma o anel elástico, aumentando a vedação. É utilizada para fluidos gasosos.

As guarnições para junções fixas de forma toroidal são chamadas anéis toroidais. Têm secção circular. Também são conhecidas como anéis O Ring (OR).

Essas guarnições têm empregos especiais. Podem ser colocadas em cavidades de secção retangular, triangular ou quadrada. As dimensões dessas cavidades dependem do diâmetro da secção da guarnição.

Nas figuras abaixo são apresentadas as cotas das redes retangular, triangular ou quadrada para anéis OR.

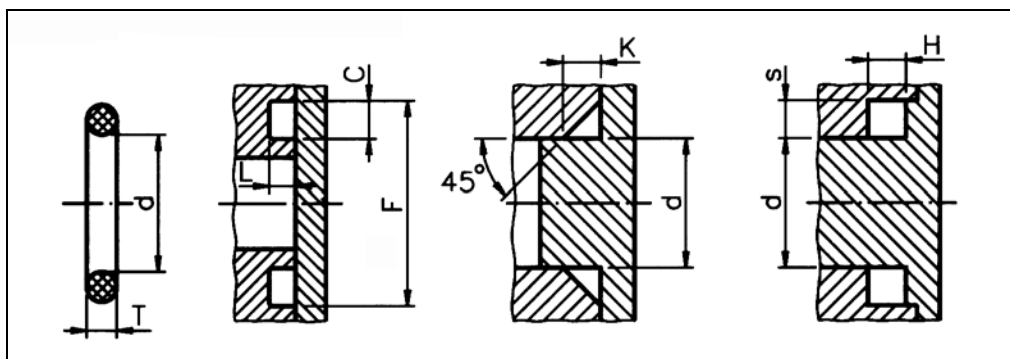


Fig. 21

Os valores em função do diâmetro da guarnição são encontrados em tabelas fornecidas pelos fabricantes.

Os anéis OR são empregados em junções fixas e móveis. E há ainda os anéis toroidais (O Ring), também utilizados em junções fixas.



Quarta Aula

Nessa aula serão apresentados tipos e aplicação de polias e correias.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Polias

As polias são peças cilíndricas, movimentadas pela rotação do eixo do motor e pelas correias.

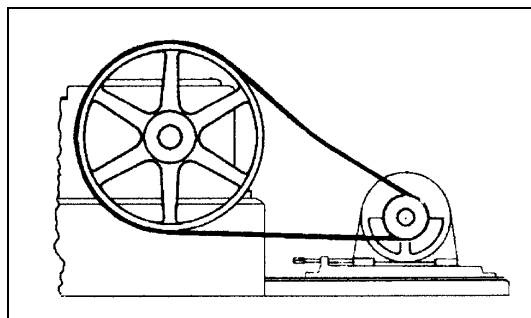


Fig. 22

Uma polia é constituída de uma coroa ou face, na qual se enrola a correia. A face é ligada a um cubo de roda mediante disco ou braços.

Tipos de polia

Os tipos de polia são determinados pela forma da superfície na qual a correia se assenta. Elas podem ser **planas** ou **trapezoidais**. As polias planas podem apresentar dois formatos na sua superfície de contato. Essa superfície pode ser plana ou abaulada.

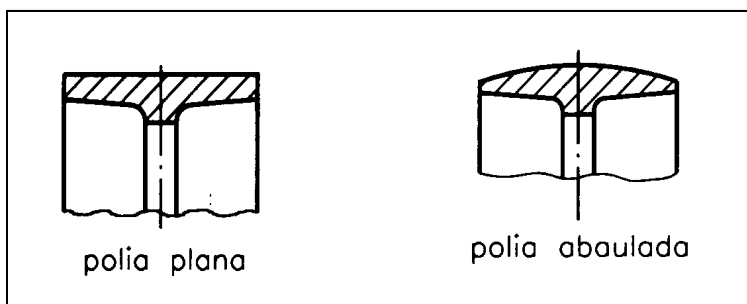


Fig. 23

A polia plana conserva melhor as correias, e a polia com superfície abaulada guia melhor as correias. As polias apresentam braços a partir de 200 mm de diâmetro. Abaixo desse valor, a coroa é ligada ao cubo por meio de discos.

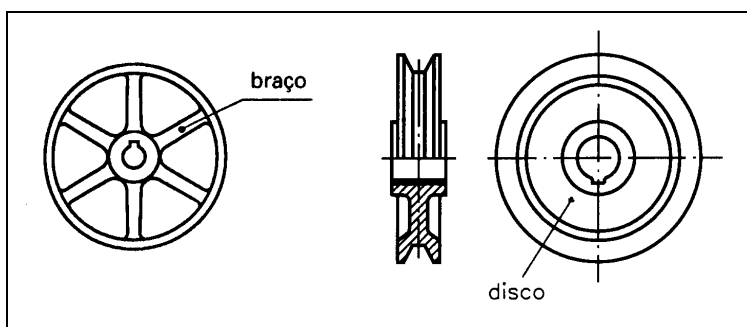


Fig. 24

A polia trapezoidal recebe esse nome porque a superfície na qual a correia se assenta apresenta a forma de trapézio. As polias trapezoidais devem ser providas de canaletes (ou canais) e são dimensionadas de acordo com o perfil padrão da correia a ser utilizada.

Dimensões normais das polias de múltiplos canais											
Perfil padrão da correia	Diâmetro externo da polia	Ângulo do canal	Medidas em milímetros								
			T	S	W	Y	Z	H	K	U=R	X
A	75 a 170	34°	9,50	15	13	3	2	13	5	1,0	5
	acima de 170	38°									
B	de 130 a 240	34°	11,5	19	17	3	2	17	6,5	1,0	6,25
	acima de 240	38°									
C	de 200 a 350	34°	15,25	25,5	22,5	4	3	22	9,5	1,5	8,25
	acima de 350	38°									
D	de 300 a 450	34°	22	36,5	32	6	4,5	28	12,5	1,5	11
	acima de 450	38°									
E	de 485 a 630	34°	27,25	44,5	38,5	8	6	33	16	1,5	13
	acima de 630	38°									

Além das polias para correias planas e trapezoidais, existem as polias para cabos de aço, para correntes, polias (ou rodas) de atrito, polias para correias redondas e para correias dentadas. Algumas vezes, as palavras roda e polias são utilizadas como sinônimos.

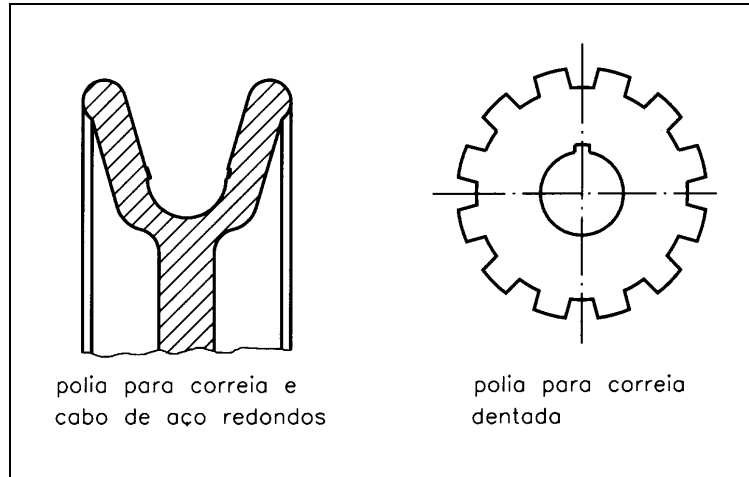


Fig. 25

No quadro da próxima página, observe, com atenção, alguns exemplos de polias e, ao lado, a forma como são representadas em desenho técnico.

Os materiais que se empregam para a construção das polias são ferro fundido (o mais utilizado), aços, ligas leves e materiais sintéticos. A superfície da polia não deve apresentar porosidade, pois, do contrário, a correia irá se desgastar rapidamente.

As correias mais usadas são as planas e as trapezoidais. A correia em “V” ou trapezoidal é inteiriça, fabricada com seção transversal em forma de trapézio. É feita de borracha revestida de lona e é formada no seu interior por cordonéis vulcanizados para suportar as forças de tração.

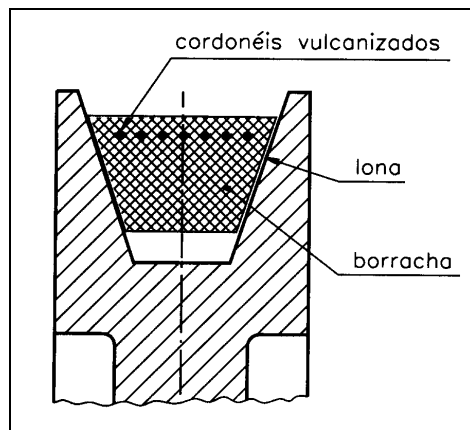


Fig. 26

O emprego da correia trapezoidal ou em “V” é preferível ao da correia plana porque:

- Praticamente não apresenta deslizamento
- Permite o uso de polias bem próximas
- Elimina os ruídos e os choques, típicos das correias emendadas (planas)

Existem vários perfis padronizados de correias trapezoidais.

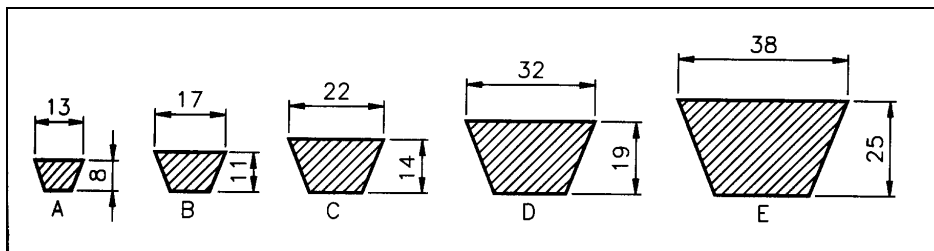


Fig. 27

Outra correia utilizada é a correia dentada, para casos em que não se pode ter nenhum deslizamento, como no comando de válvulas do automóvel.

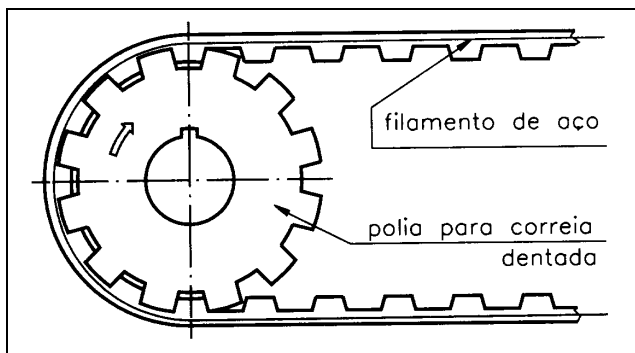


Fig. 28

Os materiais empregados para fabricação das correias são couro; materiais fibrosos e sintéticos (à base de algodão, pêlo de camelo, viscose, perlon e náilon) e material combinado (couro e sintéticos).



Quinta Aula

Nessa aula serão apresentados o conceito de engrenagens, suas características, tipos e classificação.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Engrenagens

Engrenagens são rodas com dentes padronizados que servem para transmitir movimento e força entre dois eixos. Muitas vezes, as engrenagens são usadas para variar o número de rotações e o sentido da rotação de um eixo para o outro.

Observe as partes de uma engrenagem:

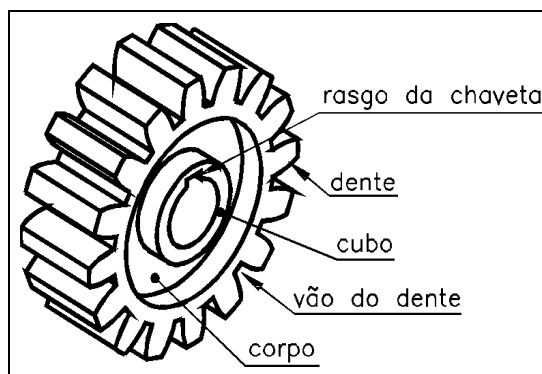


Fig. 29

Existem diferentes tipos de corpos de engrenagem. Para você conhecer alguns desses tipos, observe as ilustrações.

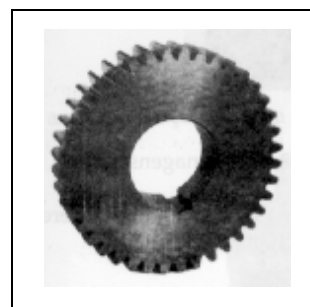


Fig. 29 - Corpo em forma de disco com furo central

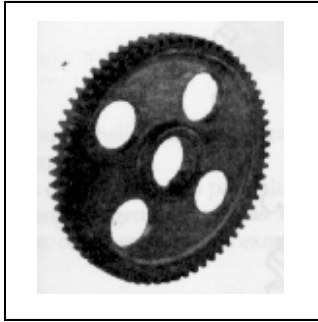


Fig. 30 – Corpo com 4 furos / Cubo e furo central

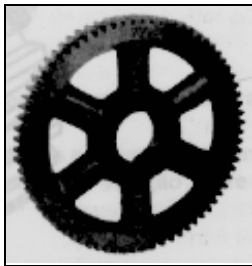


Fig. 31 – Corpo com braços / Cubo e furo central

Os **dentes** são um dos elementos mais importantes das engrenagens. Observe, no detalhe, as partes principais do dente de engrenagem.

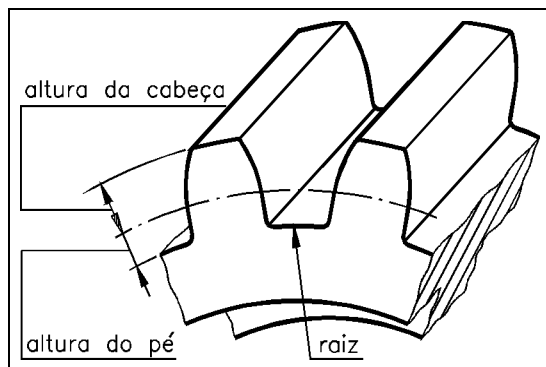


Fig. 32

Para produzir o movimento de rotação as rodas devem estar **engrenadas**. As rodas se engrenam quando os dentes de uma engrenagem se encaixam nos vãos dos dentes da outra engrenagem.

As engrenagens trabalham em conjunto. As engrenagens de um mesmo conjunto podem ter tamanhos diferentes.

Quando um par de engrenagens tem rodas de tamanhos diferentes, a engrenagem maior chama-se **coroa** e a menor chama-se **pinhão**.

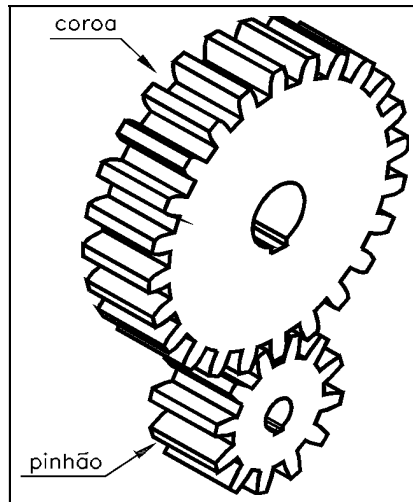


Fig. 33

Os materiais mais usados na fabricação de engrenagens são: aço-liga fundido, ferro fundido, cromo-níquel, bronze fosforoso, alumínio, náilon.

Tipos de engrenagem

Existem vários tipos de engrenagem, que são escolhidos de acordo com sua função. Nessa aula você vai estudar os tipos mais comuns.

Engrenagens cilíndricas

Engrenagens cilíndricas têm a forma de cilindro e podem ter dentes **retos** ou **helicoidais (inclinados)**. Observe duas engrenagens cilíndricas com dentes retos:



Fig. 34

Veja a representação de uma engrenagem com dentes **helicoidais**:



Fig. 35

Os dentes helicoidais são paralelos entre si, mas oblíquos em relação ao eixo da engrenagem.

Já os dentes retos são paralelos entre si e paralelos ao eixo da engrenagem.

As engrenagens cilíndricas servem para transmitir rotação entre **eixos paralelos**, como mostra o exemplo.

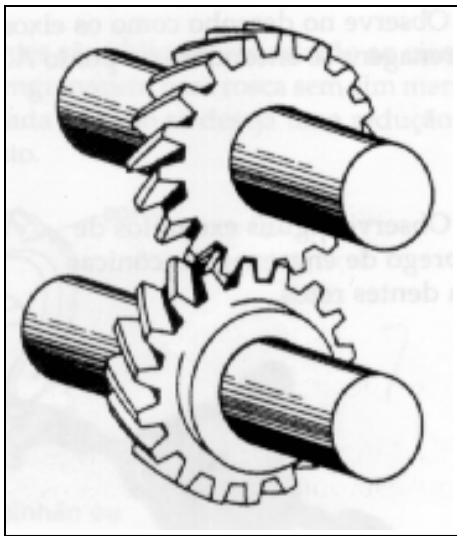


Fig. 36

As engrenagens cilíndricas com dentes helicoidais transmitem também rotação entre eixos reversos (não paralelos). Elas funcionam mais suavemente que as engrenagens cilíndricas com dentes retos e, por isso, o ruído é menor.

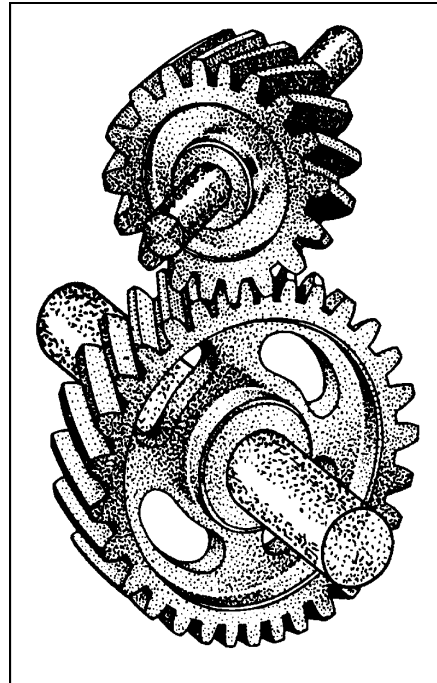


Fig. 37

Engrenagens cônicas

Engrenagens cônicas são aquelas que têm forma de tronco de cone. As engrenagens cônicas podem ter **dentes retos** ou **helicoidais**.

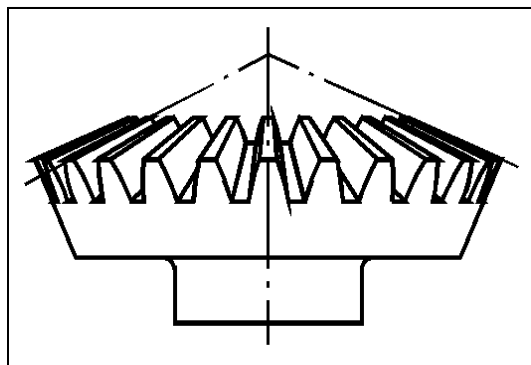


Fig. 38 - Engrenagem cônica de dentes retos

As engrenagens cônicas transmitem rotação entre **eixos concorrentes**. Eixos concorrentes são aqueles que vão se encontrar em um mesmo ponto, quando prolongados.

Observe no desenho como os eixos das duas engrenagens se encontram no ponto A.

Engrenagens helicoidais

Nas engrenagens helicoidais, os dentes são oblíquos em relação ao eixo.

Entre as engrenagens helicoidais, a engrenagem para rosca sem-fim merece atenção especial. Essa engrenagem é usada quando se deseja uma redução de velocidade na transmissão do movimento.

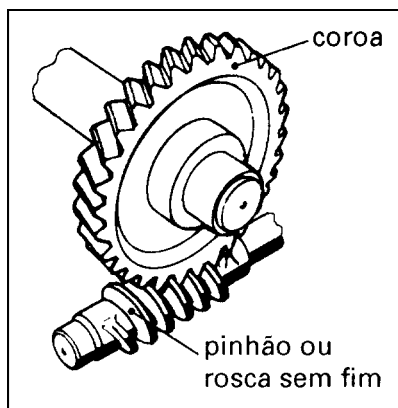


Fig. 39

Repare que os dentes da engrenagem helicoidal para rosca sem-fim são côncavos.

Côncavos porque são dentes curvos, ou seja, menos elevados no meio do que nas bordas.

No engrenamento da rosca sem-fim com a engrenagem helicoidal, o parafuso sem-fim é o pinhão e a engrenagem é a coroa.

Veja um exemplo do emprego de coroa para rosca sem-fim.

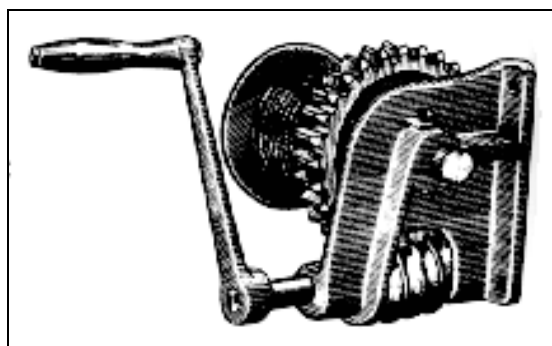


Fig. 40

Repare que no engrenamento por coroa e rosca sem-fim, a transmissão de movimento e força se dá entre eixos não coplanares.

Cremalheira

Cremalheira é uma barra provida de dentes, destinada a engrenar uma roda dentada. Com esse sistema, pode-se transformar movimento de rotação em movimento retilíneo e vice-versa.

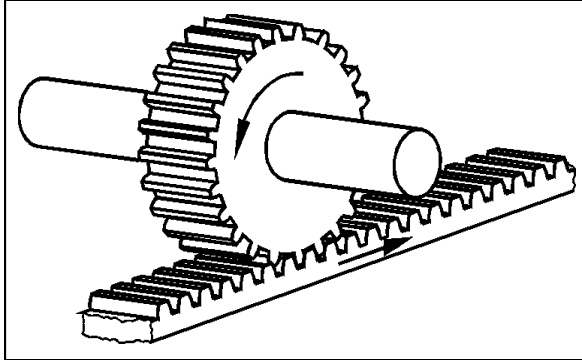


Fig. 41

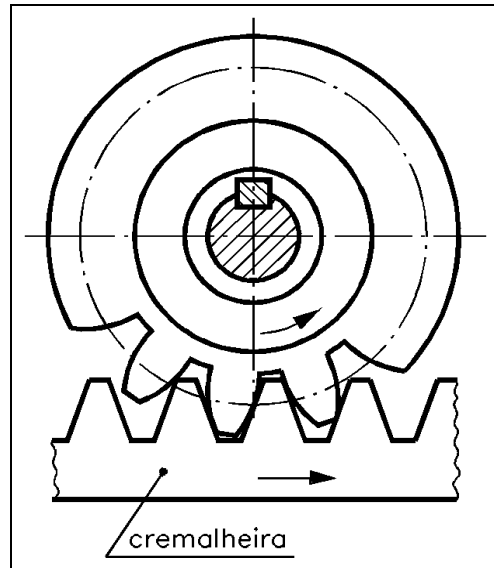


Fig. 42

Sexta, Sétima e Oitava Aulas



Nessas três aulas serão demonstrados e praticados alguns dos procedimentos de manutenção estudados.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



150 min

Educador, você deve preparar previamente um roteiro de visita e orientar pessoas dos postos de trabalho para atender às perguntas dos jovens de forma clara e objetiva para que não interfiram no processo produtivo, além, é claro, de respeitarem as áreas de acesso com uso obrigatório de EPI. Uma boa estratégia é, dependendo do número de jovens, organizar grupos para facilitar o deslocamento pela empresa.

Lubrificação:

- 1 Selecionar, previamente, algumas máquinas para que os jovens possam realizar a lubrificação.
- 2 Solicitar que os jovens identifiquem os pontos de lubrificação e os respectivos tipos de aplicadores;
- 3 Verificar e solicitar que descrevam a forma de descarte compatível com as normas ambientais e procedimentos da empresa.

Alinhamento de componentes:

- 1 Selecionar, previamente, alguns conjuntos e subconjuntos mecânicos, preparados para demonstração.
- 2 Solicitar que os jovens alinhem componentes, tais como eixos, mancais, rolamentos, pinos de guia, entre outros, utilizando instrumentos de verificação e controle, como blocos padrão, relógios comparadores, níveis, etc.

Aperto de parafusos:

- 1 Demonstrar a maneira correta de manusear ferramentas de fixação de parafusos, adequadas a cada tipo de parafuso.
- 2 Demonstrar a utilização do torquímetro, enfatizando a necessidade de uso adequado de pressão para garantia de segurança nos processos.



Nona e Décima Aulas

Nessas duas aulas será realizada atividade prática de visita às dependências da empresa, tendo em vista a observação e acompanhamento dos processos de manutenção aplicados na empresa, subsidiando a elaboração de relatório a partir das observações e entrevistas.



Passo 1 / Aula prática



100 min

Os jovens deverão elaborar um relatório de visita que tem por objetivo verificar o aproveitamento relativo a este capítulo, para isso é necessário que elaborem, ainda em sala de aula, um roteiro da visita e perguntas que farão aos funcionários e que deverão apresentar ao educador para verificação e validação.

O objeto do relatório será referente ao acompanhamento de equipes de manutenção da empresa, verificando, pelo menos, duas operações rotineiras de manutenção, observando:

- Tipos de equipamentos que estão sob manutenção.
- Descrição do equipamento e outras informações sobre o porquê da manutenção.
- Descrição dos procedimentos utilizados para a manutenção.
- Relacionar as ferramentas, instrumentos e materiais utilizados na manutenção.
- Segurança do trabalho nas áreas de manutenção (EPIs e EPCs).
- Procedimentos e posturas de trabalho identificáveis no processo.
- Identificar que tipo de qualificação o funcionário buscou para exercício da profissão.

Orientações ao educador:

Você deve preparar previamente um roteiro de visita e orientar pessoas dos postos de trabalho para atender às perguntas dos jovens de forma clara e objetiva para que não interfiram no processo produtivo, além, é claro, de respeitarem as áreas de acesso com uso obrigatório de EPI. Uma boa estratégia é, dependendo do número de jovens, organizar grupos para facilitar o deslocamento pela empresa.

A avaliação tem por objetivo verificar a retenção e assimilação dos conteúdos pelos jovens, mas também a verificação do desempenho do educador. Procure, ao apresentar o resultado das avaliações, relacioná-las com situações reais e concretas.

5 Manutenção de Conjunto Mecânico

Serão apresentados os objetivos referentes às ferramentas manuais utilizadas em manutenção mecânica, suas características, tipos, classificação e técnicas para montagem e desmontagem.

Objetivos

- Reconhecer ferramentas manuais, sua forma de classificação, armazenamento e conservação.
- Identificar tipos e aplicação de chaves, alicates e outras ferramentas manuais.
- Reconhecer técnicas para montagem e desmontagem de conjuntos mecânicos.
- Identificar procedimentos para elaboração de plano de manutenção.
- Analisar conjunto acerca da necessidade de manutenção.
- Elaborar plano de manutenção.
- Desmontar e montar conjunto mecânico.
- Realizar manutenção.
- Observar aspectos de segurança.
- Seguir normas e procedimentos da empresa.
- Manusear corretamente ferramentas manuais.

Primeira Aula



Nessa aula serão apresentados a classificação e os cuidados no uso, aquisição, conservação, armazenamento, manutenção e transporte de ferramentas manuais.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

As ferramentas manuais podem ser definidas como utensílios de trabalho utilizados geralmente de forma individual e que requerem unicamente para o seu acionamento a força motriz humana. Diante da multiplicidade de ferramentas manuais, as mais comuns podem ser subdivididas em:

- **Ferramentas de golpe** – martelos, cinzéis, etc.
- **Ferramentas com borda afiada** – facas, machados, formões, etc.
- **Ferramentas de torção** – chaves de fenda, chaves de boca, etc.
- **Ferramentas de pinçamento** – alicates, tenazes, torquês, etc.

Os riscos de acidentes originados pela utilização das ferramentas manuais são quantitativamente altos

Os riscos mais importantes consistem, sobretudo, em golpes e cortes nas mãos e outras partes do corpo, lesões oculares por projeções de partículas e distensões por movimentos violentos; sendo as principais causas:

- Utilização inadequada das ferramentas.
- Utilização de ferramentas defeituosas ou de baixa qualidade.
- Manutenção inadequada.
- Armazenamento e transporte deficiente.

Critérios preventivos básicos

Com o objetivo de eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos derivados da utilização de ferramentas manuais, deve-se realizar um programa de prevenção que contemple as fases de aquisição, uso, manutenção e transporte desses utensílios de trabalho.

- 1 A pessoa encarregada da aquisição de ferramentas manuais deve conhecer o trabalho a ser realizado pelas ferramentas, possuir idéias básicas sobre os distintos tipos de ferramentas para adquirir as mais adequadas às necessidades de seu uso e buscar fornecedores que garantam uma boa qualidade.
- 2 Ao iniciar qualquer tarefa deve-se escolher, sempre, a ferramenta apropriada e revisar seu estado de conservação.
- 3 O treinamento dos trabalhadores pelas chefias intermediárias quanto ao uso de ferramentas é fundamental, além do que, entre outras coisas, devem ser tomadas as seguintes precauções:
 - a) Escolher a ferramenta adequada ao trabalho a ser realizado, considerando a forma, peso e as dimensões do ponto de vista ergonômico.
 - b) As ferramentas não devem ser utilizadas para fins diversos dos previstos e nem devem ultrapassar a função para a qual foram desenhadas.
 - c) Comprovar que os cabos não estejam estilhaçados nem rachados e que estejam perfeitamente encaixados e solidamente fixados à ferramenta (martelos, chaves de fenda, serras, limas, etc.).
 - d) Verificar que os mordentes, bocas e braços das ferramentas de aperto estejam sem deformações (alicates, chaves de boca, chaves de fenda, etc.).
 - e) Cuidar para que as ferramentas de corte ou de bordo afiado estejam perfeitamente afiadas.
 - f) Ter em conta que as cabeças metálicas não devem ter rebarbas.
 - g) Verificar o estado dos “dentes” das limas e serras.
 - h) Se for necessário o uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPI, verificar se são certificados.
 - i) Quando for necessário o uso de ferramentas com proteção isolante, verificar se existe o risco de contato elétrico.
 - j) Usar ferramentas antifaísca em ambientes com vapores ou gases inflamáveis.

Armazenamento

- Guardar as ferramentas em ordem, em caixas, painéis ou estantes onde cada uma tenha o seu lugar.
- Não se deve colocar ferramentas em locais de passagem, escadas ou outros lugares elevados se há o risco de queda das mesmas sobre os trabalhadores.
- A melhor solução é manter o controle centralizado em um só lugar, mas, se não for possível, deve-se verificar periodicamente a sua localização e estado de conservação. As ferramentas de uso pessoal são geralmente melhor conservadas.

Manutenção e reparação

- Revisar periodicamente o estado das ferramentas.
- Reparar os defeitos quando possível ou descartar a ferramenta
- Não fazer reparos provisórios que produzam risco de acidentes.
- Os reparos devem ser realizados sempre que preciso, por pessoal especializado.

Transporte

- Para o transporte de ferramentas deve-se observar o seguinte:
- Utilizar caixas, bolsas ou cinturões especialmente desenhados.
- Para ferramentas de corte ou afiadas, usar bainhas.
- Nunca transportá-las no bolso da roupa.
- Ao subir ou descer de uma escada manual, deve-se utilizar bolsas que deixem as duas mãos livres.



Segunda Aula

Nessa aula serão apresentados os tipos de ferramentas manuais mais utilizados na manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Ferramentas de aperto e desaperto

Em manutenção mecânica, é comum usar-se 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. Isto 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 faces 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 única 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.

Vejamos, 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. As figuras a seguir mostram uma chave fixa com uma boca e uma chave fixa com duas bocas.

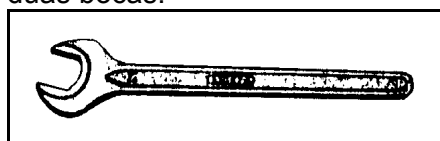


Fig. 1

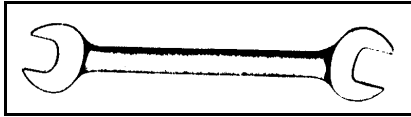


Fig. 2

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. A seguir mostramos um jogo de chaves combinadas.



Fig. 3

Chaves fixas, chaves estrela 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.

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.



Fig. 4

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 chave 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.

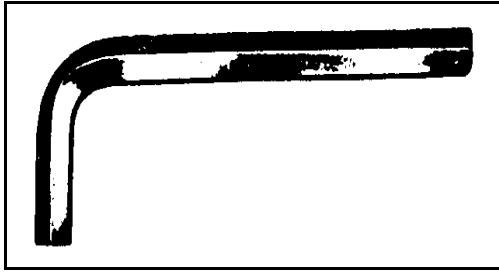


Fig. 5

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.

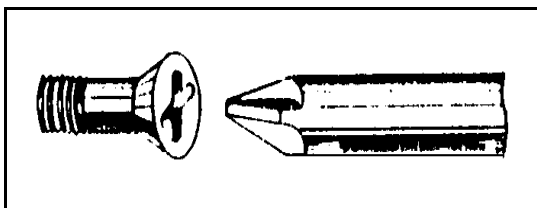


Fig. 6

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).

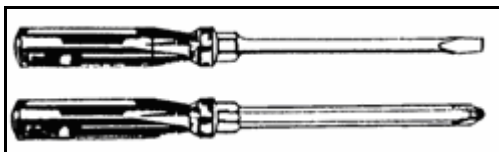


Fig. 7

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



Terceira Aula

Nessa aula serão apresentadas as ferramentas mais utilizadas na manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

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.

A seguir um modelo de chave para canos e um modelo de chave para tubos.



Fig. 8

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

No universo mecânico há muitas outras chaves de aperto e desaperto, e mais detalhes poderão ser encontrados nos catálogos dos fabricantes.

Vejamos, agora, uma outra 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.

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.

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

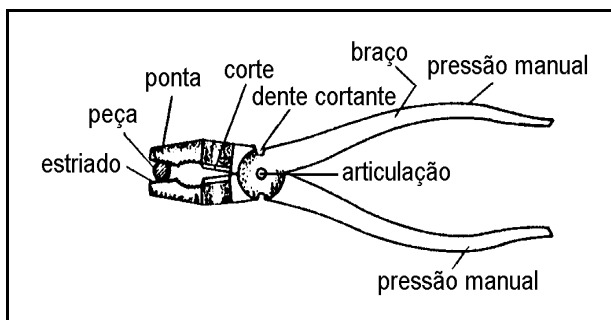


Fig. 9

Alicate de pressão

É uma ferramenta manual destinada a segurar, puxar, dobrar e girar objetos 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.

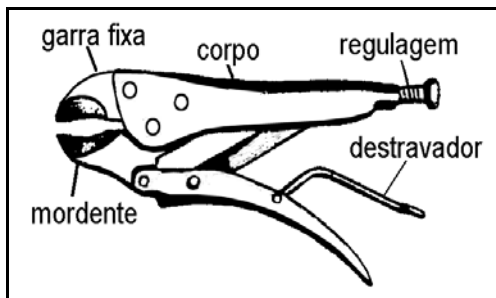


Fig. 10

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.

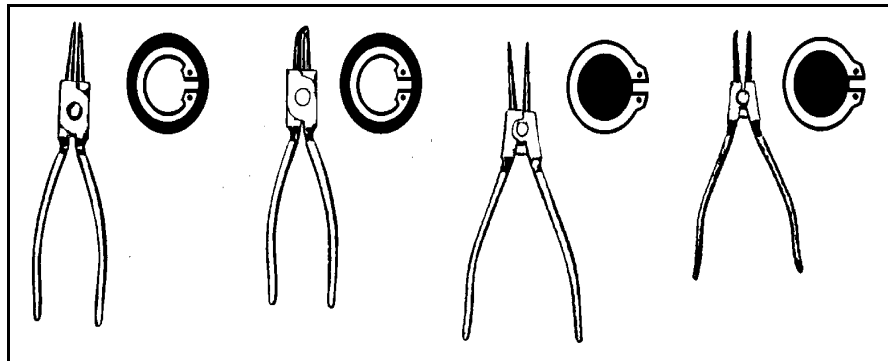


Fig. 11

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 conseqüente 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 se 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.

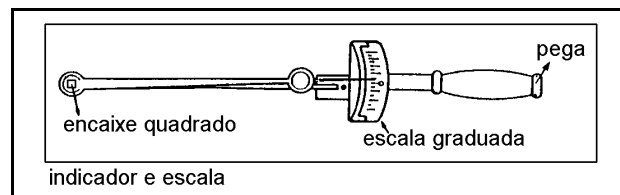


Fig. 12

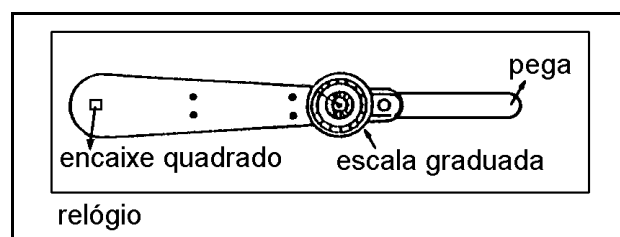


Fig. 13

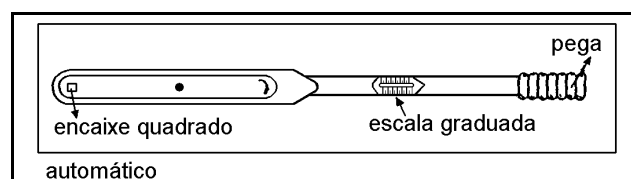


Fig. 13

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

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, pois são relativamente sensíveis e por isso devem ser protegidos contra choques.

Recomendações finais

As características originais das ferramentas devem ser mantidas, por isso não devem ser aquecidas, limadas 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.

Quarta Aula



Nessa aula serão apresentados os procedimentos para realizar uma manutenção.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Desmontagens de equipamentos

O primeiro fato a ser considerado é que não se 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 conseqüente 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 pesados

Essa seqüência de procedimentos fundamenta-se nas seguintes razões:

- 1 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.
- 2 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.
- 3 A limpeza preliminar da máquina evita interferências das sujeiras ou resíduos que poderiam contaminar componentes importantes e delicados.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 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 a 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.

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:

- Confeção de peças
- Substituição de elementos mecânicos
- Substituição de elementos de fixação
- Rasqueteamento
- Recuperação de roscas
- Correção de erros de projeto
- Recuperação de chavetas

Quinta Aula



Nessa aula serão apresentados os procedimentos para realizar uma montagem.



Passo 1 / Aula teórica



50 min

Recomendações para a montagem

- Verificar se todos os elementos a serem montados encontram-se perfeitamente limpos, bem como o ferramental.
- Examinar os conjuntos a serem montados para se ter uma idéia exata a respeito das operações a serem executadas.
- Consultar planos ou normas de montagem, caso existam.
- 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.
- Verificar se nos diferentes elementos mecânicos há pontos de referência. Se houver, efetuar a montagem

segundo as referências existentes.

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

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

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

- a) Fazer uma análise detalhada do conjunto antes de desmontá-lo.
- b) Fazer um croqui mostrando como os elementos serão montados no conjunto.
- c) 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.



Sexta e Sétima Aulas

Nessas duas aulas será elaborado um plano de manutenção a partir de um conjunto mecânico proposto.



Passo 1 / Aula teórica



100 min

Providencie previamente um conjunto mecânico, de preferência um mancal de rolamento para que, a partir de proposição de problemas apresentados, reais ou fictícios, os jovens possam elaborar um plano de manutenção que contemple:

- Lista de ferramentas a ser utilizada.
- Descrição dos componentes do conjunto mecânico.
- Lista de componentes que deverão ser substituídos.

- Lista de componentes que deverão ser recuperados.
- Lista de material necessário.
- Estimativa de tempo e elaboração de cronograma das atividades.
- Estimativa de custos da manutenção (materiais e humanos).

Dependendo dos recursos disponíveis, o plano de manutenção deverá ser formatado em um computador e impresso. Para essa formatação é necessário verificar se há formatos padronizados e profissional da área de comunicação para orientá-los.

Educador, a avaliação tem por objetivo verificar a retenção e assimilação dos conteúdos pelos jovens, mas também a verificação do desempenho do educador. Procure, ao apresentar o resultado das avaliações, relacioná-las com situações reais e concretas.

Oitava, Nona e Décima Aulas



Nessas três aulas será desmontado, realizada a manutenção e montado um conjunto mecânico.



Passo 1 / Aula prática com demonstração



150 min

Providencie previamente um conjunto mecânico, de preferência um mancal de rolamento para que, a partir de proposição de problemas apresentados, reais ou fictícios e, com base no plano de manutenção elaborado pelos jovens, possam realizar a desmontagem, a manutenção e a montagem do conjunto mecânico, considerando:

- Seqüência de desmontagem.
- Limpeza e organização.
- Identificação das peças.
- Análise dos componentes.
- Capacidade de julgamento.
- Técnicas de manipulação de ferramentas.
- Aspectos de segurança.

- Seqüência de montagem.
- Entre outros.

Educador, a avaliação tem por objetivo verificar a retenção e assimilação dos conteúdos pelos jovens, mas também a verificação do desempenho do educador. Procure, ao apresentar o resultado das avaliações, relacioná-las com situações reais e concretas.



Décima Primeira Aula

Nessa aula será realizada avaliação teórica referente aos capítulos 3, 4 e 5.

PROJETO ESCOLA FORMARE

CURSO:

ÁREA DO CONHECIMENTO: Manutenção Mecânica

Nome Data:/...../

Avaliação Teórica

- 1 Na sua configuração inicial, a TPM – Manutenção Produtiva Total contava com cinco pilares ou atividades, estabelecidos como básicos para dar sustentação ao desenvolvimento da metodologia e posteriormente foram incluídas mais três atividades. Cite, pelo menos, 4 (quatro) dessas atividades ou pilares da TPM:

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

- 2 Explique, com suas palavras, do que se trata a metodologia FMEA e qual a sua importância nos processos de manutenção:

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

- 3 A Manutenção Preditiva faz uso de técnicas de monitoração e avaliação física para o planejamento das intervenções corretivas. Cite, pelo menos, 3 (três) dessas técnicas:

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

4 Coloque (**V**) para Verdadeiro e (**F**) para falso nas afirmações abaixo:

() O uso de rolamentos em mancais gera menor atrito e aquecimento.

() Os mancais de rolamentos suportam cargas tão elevadas como os mancais de deslizamento..

() Os mancais de rolamentos têm a vantagem de não desgastar o eixo.

() Os rolamentos, de acordo com as forças que eles suportam, podem ser radiais, axiais e mistos.

() Os mancais de deslizamento não podem ser usados em máquinas pesadas ou em equipamentos de baixa rotação, porque a baixa velocidade gera superaquecimento dos componentes expostos ao atrito.

5 Qual a função das juntas ou guarnições?

.....

.....

.....

.....

.....

Referências

CASILLAS, A. L. *Máquinas: Formulário Técnico*. São Paulo: Mestre Jou, 1987.

CUNHA, L. S.; CRAVENCO, M. P. *Manual Prático do Mecânico*. São Paulo: Editora Hemus, 2006.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO; SENAI-SP. *Elementos de Máquinas: volume 1*. São Paulo: Editora Globo, 1996. (Telecurso 2000 - Profissionalizante. Mecânica)

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO; SENAI-SP. *Manutenção*. São Paulo: Editora Globo, 1996. (Telecurso 2000 - Profissionalizante. Mecânica)

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO; SENAI-SP. *Universo da Mecânica. Organização do Trabalho. Normalização*. São Paulo: Editora Globo, 1996. (Telecurso 2000 - Profissionalizante. Mecânica)

Sites para consulta:

<http://labinfo.cefetrs.edu.br/professores/bork/metrologia/cap13.pdf>

<http://sstmpe.fundacentro.gov.br>

http://www.acesita.com.br/port/aco_inox/pdf/apostila_aco_inox_conformacao.pdf

<http://www.em.pucrs.br/gati/downloads/proposta2.pdf>

<http://www.nei.com.br>

<http://www.starret.com.br>

