

CBC
621.914
SENALF

TFN
2768

1708.14
350t

FRESADOR MECÂNICO

CIUO: 8-33-30

COLEÇÕES BÁSICAS CINTERFOR - CBC

INTRODUÇÃO

A presente Coleção Básica Cinterfor. - CBC - de *Fresador Mecânico*, forma parte de um conjunto de CBC denominado *Mecânica Geral*.

Este grupo tradicional 'Mecânica Geral' integra as CBC correspondentes às ocupações relativas a trabalhos em metais, sub-grupo 8-3 da Classificação Internacional Uniforme de Ocupações da OIT (CIUO) e algumas ocupações do sub-grupo 8-4 do CIUO.

Estas coleções se destinam à preparação de material de instrução de práticas de oficinas para formação profissional e técnica. Têm, além disso, validade regional por serem coordenadas pelo Cinterfor e produzidas por grupos multinacionais de especialistas dos países latino-americanos.

712 452

Classificação de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para MECÂNICA GERAL (Códigos)

1 - Materiais usados em mecânica

1-1. Classificação dos materiais. Generalidades.

1-2. Metais ferrosos. Principais ligas.

1-2.1 O alto forno. As fundições.

1-2.2 Obtenção dos aços.

1-2.3 Classificação dos aços.

1-2.4 Formas comerciais.

1-2.5 Propriedades dos aços.

1-2.6 Aços - liga.

1-3. Metais não ferrosos.

1-3.1 Elementos.

1-3.2 Ligas.

1-4. Tratamentos térmicos dos aços.

1-4.1 Com modificações físicas.

1-4.11 Temperado.

1-4.12 Revenido.

1-4.13 Recozido.

1-4.2 Com modificações químicas.

2 - Metrologia

2-1. Conceitos de: Medida. Unidade. Sistemas de unidades utilizados em mecânica.

2-2. Instrumentos de medida.

2-2.1 Régua e fitas graduadas.

2-2.2 Paquímetro com nônio.

2-2.21 O nônio. Princípios e apreciação.

2-2.22 Paquímetro com nônio. Nomenclatura, tipos e emprego.

2-2.3 Micrômetros.

2-2.31 O micrômetro. Princípios e apreciação.

2-2.32 Nomenclatura, tipos e usos.

2-2.4 Goniômetros.

2-3. Instrumentos de verificação.

2-3.1 Régua e mesas de traçagem.

2-3.2 Esquadros, gabaritos.

2-3.3 Compassos.

2-3.4 Padrões.

2-3.41 Jogos de blocos-padrão dimensionais.

2-3.42 Padrões angulares.

2-3.43 Padrões para tolerâncias.

2-3.44 Verificadores de profundidade e de folgas.

2-3.5 Ampliadores.

2-3.51 Relógio comparador por meio de engrenagens.

2-3.52 Relógio comparador por meio de alavanca.

2-3.53 Pneumáticos.

2-3.54 Óticos.

2-3.6 Níveis.

2-3.7 De estado de superfície.

- 2-4. Causas de erros nas medidas.
- 2-5. Medições indiretas.
 - 2-5.1 De ângulos por trigonometria.
 - 2-5.2 De comprimentos por trigonometria.
 - 2-5.3 Medições com cilindros.
- 2-6. Ajuste de peças. Definições.
 - 2-6.1 Tolerâncias. Intercambiabilidade. Emparelhamento.
 - 2-6.2 Tolerâncias normalizadas. Tabelas.
 - 2-6.3 Ajustes normalizados.
 - 2-6.4 Controle de tolerâncias e ajustes.
- 2-7. Medidas e verificações especiais.
 - 2-7.1 Medidas e verificações nas roscas.
 - 2-7.2 Medidas e verificações nas engrenagens.
 - 2-7.3 Verificações de instrumentos.
 - 2-7.4 Deslocamentos nas máquinas-ferramentas.
- 2-8. Traçados.

- 3-4.13 Torno.
- 3-4.14 Plaina.
- 3-4.15 Fresadora.
- 3-4.16 Serras mecânicas.

3-4.2 Por abrasão. Abrasivos. Rebolos.

- 3-4.21 Amoladoras.
- 3-4.22 Afiadoras.
- 3-4.23 Retificadoras.
- 3-4.24 Lapidadoras.

3-4.3 Com ferramentas manuais.

- 3-4.31 Limas.
- 3-4.32 Raspadores.
- 3-4.33 Alargadores.
- 3-4.34 Talhadeiras.
- 3-4.35 Machos de roscar.
- 3-4.36 Cossinetes.
- 3-4.37 Serras.

3-4.4 Por desintegração.

3-5. Metalurgia de pós.

3-5.1 Sinterizados.

4 - Órgãos, partes e acessórios das máquinas.

4-1. Estruturas.

4-1.1 Bases e armações.

4-1.2 Barramentos.

4-1.3 Carros e suportes.

4-1.4 Cabeçotes.

4-2. Partes móveis.

4-2.1 Guias para translações.

4-2.11 Generalidades. Classificações.

4-2.12 Disposições de ajuste e fixação.

4-2.13 Dispositivo de compensação de desgaste.

4-2.2 Árvores, eixos e seus suportes.

4-2.21 Árvores de transmissão e seus acoplamentos.
Generalidades.

4-2.22 Cálculos.

4-2.23 Normalizações.

4-2.24 Os suportes. Generalidades. Classificações.

4-2.25 Suportes com buchas de fricção.

4-2.26 Suportes com buchas de esfera e roletes.

4-2.27 Suportes com buchas hidráulicas.

4-2.28 Chavetas.

4-3. Órgãos transmissores (Cadeias cinemáticas)

4-3.1 Polias, correias e cabos.

4-3.11 Correias lisas e suas polias (Tipos e cálculos).

4-3.12 Polias escalonadas. Cálculos.

4-3.13 Correias em "v" e suas polias. Cálculos e normalizações.

4-3.14 Cabos e suas rodas (Tipos e cálculos).

4-3.2 Correntes e suas rodas.

4-3.21 Correntes de roletes.

- 4-3.22 Correntes com perfil de dentes.
- 4-3.23 Correntes de elos comuns (de aparelhos).
- 4-3.3 Rodas de fricção.
- 4-3.4 Rodas dentadas.
 - 4-3.41 Generalidades. Definições. Normalização. Classificação.
 - 4-3.42 Trens de engrenagens.
 - 4-3.43 Engrenagens cilíndricas de dentes retos.
 - 4-3.44 Engrenagens cilíndricas de dentes helicoidais.
 - 4-3.45 Engrenagens cônicas de dentes retos.
 - 4-3.46 Engrenagens cônicas de dentes curvos.
 - 4-3.47 O sistema parafuso sem-fim-coroa.
 - 4-3.48 Caixa de engrenagens.
- 4-3.5 O sistema parafuso-porca.
 - 4-3.51 As roscas. Suas partes. Sua forma de trabalhar. Usos.
 - 4-3.52 Aplicação para obter deslocamentos. Parafusos e porcas.
 - 4-3.53 Controle dos deslocamentos. Os anéis graduados.
 - 4-3.54 Roscas normalizadas. Tabelas.
- 4-3.6 O sistema biela-manivela.
- 4-3.7 Sistemas com cames e excêntricos.
- 4-3.8 Sistemas hidráulicos.
- 4-3.9 Molas.
- 4-4. As máquinas-ferramentas (Generalidades)
 - 4-4.1 Definição. Características gerais.
 - 4-4.2 Suportes das ferramentas e porta-ferramentas com deslocamento reto.
 - 4-4.21 Castelos (Tipos, características e usos).
 - 4-4.3 Suportes de ferramentas e porta-ferramentas que giram.
 - 4-4.31 Extremos cônicos dos eixos e os sistemas de fixação de ferramentas. Cones normalizados.
 - 4-4.32 Sistemas de placas roscadas.

4-4.33 Mandris porta-brocas.

4-4.34 Casquilhos e cones de redução.

4-4.35 Eixos porta-fresas.

4-4.36 Mandris fixo e descentrável.

4-4.4 Suportes e peças que giram.

4-4.41 Montagens entrepontas.

4-4.42 Placas universais.

4-4.43 Placas de castanhas independentes.

4-4.44 Placas lisas. As placas e alguns elementos auxiliares.
(Macacos, Blocos Prismáticos, Cantoneiras).

4-4.45 Pinças e porta pinças.

4-4.46 Mandris fixos e os expansíveis.

4-4.47 Lunetas.

4-4.5 Fixação de peças sobre mesas de máquinas.

4-4.51 Morsas das máquinas.

4-4.52 Chapas de fixação. Calços. Macacos.

4-4.53 Placas magnéticas.

4-5. Sistemas de lubrificação e refrigeração.

4-5.1 Rasgos e canais de distribuição nos órgãos das máquinas.

5 - Diversos.

5-1. Utensílios, acessórios e substâncias.

- 5-1.01 Tesouras de mão e de bancada.
- 5-1.02 Martelos e macetes.
- 5-1.03 Punção de bico.
- 5-1.04 Instrumentos básicos de traçar (Régua, esquadro e riscador).
- 5-1.05 Compassos de pontas e de centrar.
- 5-1.06 Graminho.
- 5-1.07 Prismas, paralelos, calços.
- 5-1.08 Chaves de aperto.
- 5-1.09 Chaves de fenda.

5-2. Acessórios para fixar peças e ferramentas.

- 5-2.1 Morsas e grampos.
 - 5-2.11 Morsas de bancada de ajustagem.
 - 5-2.12 Morsas de ferreiro.
 - 5-2.13 Morsas de mão.
 - 5-2.14 Alicates.
- 5-2.2 Elementos para montagem e ajustagem.
 - 5-2.21 Cantoneiras e blocos prismáticos.
 - 5-2.23 Prensas (Acionamento manual).
 - 5-2.24 Macacos.

5-3. Substâncias diversas, lubrificantes e refrigerantes.

- 5-3.1 Substâncias para recobrirem superfícies a traçar.
- 5-3.2 Fluidos de corte.

I OPERAÇÕES Ordenadas por número de REFERÊNCIA. Ocupação: FRESADOR

| REFE- RÊNCIA | Nome da Operação |
|-----------------|---|
| 01/FR | Montar morsa na fresadora |
| 02/FR | Montar material na morsa |
| 03/FR | Montar porta-fresas e fresas |
| 04/FR | Fresar superfície plana horizontal (Fresagem tangencial) |
| 05/FR | Montar cabeçote universal na fresadora |
| 06/FR | Fresar superfície plana horizontal (Fresagem frontal) |
| 07/FR | Fresar superfície vertical |
| 08/FR | Fresar superfície plana paralela ou perpendicular a uma de referência |
| 09/FR | Fresar superfície plana inclinada |
| 10/FR | Fresar rebaixos |
| 11/FR | Furar na fresadora |
| 12/FR | Alinhar morsa e material |
| 13/FR | Fresar ranhuras retas (por reprodução do perfil da fresa) |
| 14/FR | Montar e preparar o cabeçote divisor (divisão direta e indireta) |
| 15/FR | Fresar sup. planas em ângulo (usando cabeçote divisor ou mesa circular) |
| 16/FR | Montar material sobre a mesa |
| 17/FR | Fresar ranhuras retas (secção em "T") |
| 18/FR | Fresar ranhura reta (secção trapezoidal) |
| 19/FR | Mandrilar na fresadora |
| 20/FR | Construir ranhuras retas com contornador na fresadora |
| 21/FR | Fresar contornos (superfícies exteriores e interiores) |
| 22/FR | Fresar superfícies côncavas e convexas |
| 23/FR | Fresar ranhura de trajetória circunferencial |

I OPERAÇÕES Ordenadas por número de REFERÊNCIA. Ocupação: FRESADOR

| REFE- RÊNCIA | Nome da Operação |
|-----------------|---|
| 24/FR | Fresar dentes para engrenagens cilíndricas externas |
| 25/FR | Montar suporte de engrenagens e de rodas dentadas |
| 26/FR | Fresar dentes de cremalheira |
| 27/FR | Gravar divisões, usando a fresadora |
| 28/FR | Fazer divisão diferencial no cabeçote-divisor |
| 29/FR | Fresar dentes frontais |
| 30/FR | Fresar ranhuras e dentes helicoidais |
| 31/FR | Fresar dentes retos para engrenagem cônica |
| 32/FR | Fresar parafuso sem-fim |
| 33/FR | Fresar coroa de dentes côncavos para parafuso sem-fim |
| 34/FR | Fresar seguindo trajetória espiral |

II OPERAÇÕES por ordem ALFABÉTICA. Ocupação: FRESADOR

| NOME DA OPERAÇÃO | Referência |
|--|------------|
| Alinhar morsa e material | 12/FR |
| Construir ranhuras retas com contornador na fresadora | 20/FR |
| Fazer divisão diferencial no cabeçote-divisor | 28/FR |
| Fresar coroa de dentes côncavos para parafuso sem-fim | 33/FR |
| Fresar contornos (superfícies exteriores e interiores) | 21/FR |
| Fresar dentes de cremalheira | 26/FR |
| Fresar dentes para engrenagens cilíndricas externas | 24/FR |
| Fresar dentes frontais | 29/FR |
| Fresar dentes retos para engrenagem cônica | 31/FR |
| Fresar parafuso sem-fim | 32/FR |
| Fresar ranhuras e dentes helicoidais | 30/FR |
| Fresar ranhura reta (secção trapezoidal) | 18/FR |
| Fresar ranhuras retas (por reprodução de perfil da fresa) | 13/FR |
| Fresar ranhuras retas (secção em "T") | 17/FR |
| Fresar ranhura de trajetória circunferencial | 23/FR |
| Fresar rebaixos | 10/FR |
| Fresar seguindo trajetória espiral | 34/FR |
| Fresar superfícies côncavas e convexas | 22/FR |
| Fresar sup.planas em ângulo (usando cabeçote divisor ou mesa circular) | 15/FR |
| Fresar superfície plana horizontal (Fresagem frontal) | 06/FR |
| Fresar superfície plana horizontal (Fresagem tangencial) | 04/FR |
| Fresar superfície plana inclinada | 09/FR |
| Fresar superfície plana paralela ou perpendicular a uma de referência | 08/FR |

II OPERAÇÕES por ordem ALFABÉTICA. Ocupação: FRESAGEM

| NOME DA OPERAÇÃO | Referência |
|--|------------|
| Fresar superfície vertical | 07/FR |
| Furar na fresadora | 11/FR |
| Gravar divisões, usando a fresadora | 27/FR |
| Mandrilar na fresadora | 19/FR |
| Montar cabeçote universal na fresadora | 05/FR |
| Montar material sobre a mesa | 16/FR |
| Montar material na morsa | 02/FR |
| Montar morsa na fresadora | 01/FR |
| Montar porta-fresas | 03/FR |
| Montar e preparar o cabeçote divisor (divisão direta e indireta) | 14/FR |
| Montar suporte de engrenagens e de rodas dentadas | 25/FR |

III ASSUNTOS TECNOLÓGICOS por número de REFERÊNCIA para FRESADOR.
(Incluindo código de assuntos)

| REFE- RÊNCIA | Título do assunto tecnológico | Código de assuntos |
|-----------------|---|--------------------------|
| 001 | Limas | 3-4.31 |
| 002 | Aço ao carbono (Noções preliminares) | 1-2.2 |
| 004 | Régua de controle | 2-3.1 |
| 005 | Mesa de traçagem e controle | 2-3.1 |
| 006 | Substâncias para cobrir superfícies por traçar | 5-3.1 |
| 007 | Régua graduada | 2-2.1 |
| 008 | Instrumentos de traçar (Régua-Riscador-Esquadro) | 5-1.04 |
| 009 | Punção de bico | 5-1.03 |
| 010 | Compassos de ponta e de centrar | 5-1.05 |
| 011 | Aço ao carbono (Classificações) | 1-2.3 |
| 012 | Metais não ferrosos (Metais puros) | 1-3.1 |
| 013 | Martelo e macete | 5-1.02 |
| 017 | Mandris e buchas cônicas | 4-4.33(34) |
| 018 | Brocas (Nomenclatura, características e tipos) | 3-4.12 |
| 019 | Paquímetro (Nomenclatura e leitura em 0,1 mm) | 2-2.22 |
| 020 | Velocidade de corte na furadeira (Tabela) | 3-4.12 |
| 021 | Fluidos de corte | 5-3.2 |
| 023 | Instrumentos de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Cantoneiras) | 5-1.06(07) 5-2.21(24) |
| 024 | Paquímetro (Tipos, características e usos) | 2-2.22 |
| 025 | Micrômetro (Nomenclatura-Tipos e aplicações) | 2-2.32 |
| 026 | Esquadro de precisão | 2-3.2 |
| 027 | Goniômetro | 2-2.4 |
| 036 | Roscas triangulares (Características e tabelas) | 4-3.54 |
| 037 | Paquímetro (Leitura em frações de polegada) | 2-2.21 |

III ASSUNTOS TECNOLÓGICOS por número de REFERÊNCIA para FRESADOR.
(Incluindo código de assuntos)

| REFE- RÊNCIA | Título do assunto tecnológico | Código de assuntos |
|-----------------|---|-----------------------|
| 038 | Gabaritos | 2-3.2 |
| 039 | Instrumentos de controle (Calibradores e Verificadores) | 2-3.4 |
| 040 | Ferro fundido. (Tipos, usos e características) | 1-2.1 |
| 042 | Ferramentas de corte (Tipos. Noções de corte e cunha) | 3-4.11 |
| 043 | Relógio comparador | 2-3.51 |
| 044 | Micrômetro. (Funcionamento e leitura) | 2-2.31 |
| 045 | Aços-liga | 1-2.6 |
| 046 | Avanço de corte nas máquinas ferramentas | 3-4.1 |
| 047 | Velocidade de corte (Conceito, unidades, aplicações) | 3-4.1 |
| 048 | Paquímetro (Leitura 0,05 mm e 0,02 mm) | 2-2.21 |
| 050 | Paquímetro (Apreciação) | 2-2.21 |
| 051 | Micrômetro (Graduação em mm, com nônio) | 2-2.31 |
| 054 | Broca helicoidal (Ângulos) | 3-4.12 |
| 058 | Chaves de aperto | 5-1.08 |
| 059 | Parafusos, porcas e arruelas | 3-3.32 |
| 060 | Chave de fenda | 5-1.09 |
| 064 | Elementos de fixação (Morsas de máquina) | 4-4.51 |
| 066 | Metais não ferrosos (Ligas) | 1-3.2 |
| 067 | Micrômetro (Graduações em polegada) | 2-2.31 |
| 069 | Anéis graduados nas máquinas ferramentas (Cálculos) | 4-3.53 |
| 071 | Micrômetro (Graduação em polegada com nônio) | 2-2.31 |
| 072 | Instrumentos de controle (Calibrador passa-não-passa) | 2-3.43 |
| 073 | Micrômetro (Para medições internas) | 2-2.32 |
| 074 | Tolerâncias (Sistema ISO) | 2-6.2 |
| 080 | Lubrificação (Sistemas e canais) | 4-5.1 |

III ASSUNTOS TECNOLÓGICOS por número de REFERÊNCIA para FRESADOR.
(Incluindo código de assuntos) (cont.)

| REFE- RÊNCIA | Título do assunto tecnológico | Código de assuntos |
|-----------------|--|-----------------------|
| 082 | Placa universal de três castanhas | 4-4.42 |
| 086 | Broca de centrar | 3-4.12 |
| 091 | Placa arrastadora e arrastador | 4-4.41 |
| 105 | Cones normalizados, Morse e Americano (Tabelas) | 4-4.31 |
| 108 | Rosca sem-fim (Sistema módulo) | 4-3.47 |
| 109 | Pastilhas de carboneto metálico | 3-5.1 |
| 111 | A Fresadora (Generalidades) | 3-4.15 |
| 112 | A Fresadora universal | 3-4.15 |
| 113 | Elementos de fixação (Calços-Chapas-Macacos) | 4-4.52 |
| 114 | Eixos porta-fresas | 4-4.35 |
| 115 | Pinças e porta-pinças | 4-4.45 |
| 116 | Fresas (Tipos e características) | 3-4.15 |
| 117 | Velocidade de corte na fresadora | 3-4.15 |
| 118 | Avanços, profundidade de corte e formas de trabalho das fresas | 3-4.15 |
| 119 | Cabeçote universal e cabeçote vertical | 3-4.15 |
| 120 | Conjunto divisor (Generalidades) | 3-4.15 |
| 121 | Chavetas | 4-2.28 |
| 122 | Ranhuras normalizadas (Rasgos de chaveta e rasgos em "T") | 4-2.11 |
| 123 | Cabeçote divisor simples (Divisão direta) | 3-4.15 |
| 124 | Conjunto divisor (Divisor universal) | 3-4.15 |
| 125 | Conjunto divisor (Tipos de montagens de peças) | 3-4.15 |
| 126 | Conjunto divisor (Divisão indireta e divisão angular) | 3-4.15 |
| 127 | Mesa circular | 3-4.15 |

III ASSUNTOS TECNOLÓGICOS por número de REFERÊNCIA para FRESADOR.
(Incluindo código de assuntos) (cont.)

| REFE- RÊNCIA | Título do assunto tecnológico | Código de assuntos |
|-----------------|--|-----------------------|
| 128 | Tipos de montagens de peças sobre a mesa | 4-4.54 |
| 129 | Fresagem em oposição e fresagem em concordância | 3-4.15 |
| 130 | Medição com auxílio de cilindros (Cálculos) | 2-5.3 |
| 131 | Mandril descentrável e mandril fixo | 4-4.36 |
| 132 | Cabeçote contornador - Suas ferramentas e porta-ferramentas | 3-4.15 |
| 133 | Engrenagens (Generalidades) | 4-3.41 |
| 134 | Engrenagem cilíndrica reta | 4-3.43 |
| 135 | Medição de dentes de engrenagens | 2-7.2 |
| 136 | Rodas para correntes | 4-3.2 |
| 137 | Trem de engrenagens (Generalidades) | 4-3.42 |
| 138 | Divisor linear | 3-4.15 |
| 139 | Cabeçote para fresar cremalheira | 3-4.15 |
| 140 | Conjunto divisor (Divisão diferencial) | 3-4.15 |
| 141 | Hélices | 4-3.51 |
| 142 | Engrenagem cilíndrica helicoidal | 4-3.44 |
| 143 | Engrenagens cônicas | 4-3.45 |
| 144 | Coroa para parafuso sem-fim | 4-3.47 |
| 145 | Espiral de Arquimedes (Suas aplicações em excêntricos e rosca frontal) | 4-3.7 |

IV Índice alfabético de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para FRESADOR.
(Incluindo referência e código)

| TÍTULO DO ASSUNTO TECNOLÓGICO | Referência | Código de assuntos |
|---|------------|--------------------|
| A fresadora (Generalidades) | 111 | 3-4.15 |
| A fresadora universal | 112 | 3-4.15 |
| Aço ao carbono (Classificações) | 011 | 1-2.3 |
| Aço ao carbono (Noções preliminares) | 002 | 1-2.2A |
| Aços-liga | 045 | 1-2.6 |
| Anéis graduados nas máquinas ferramentas (Cálculos) | 069 | 4-3.53 |
| Avanço de corte nas máquinas ferramentas | 046 | 3-4.1 |
| Avanços, profundidade de corte e forma de trabalho das fresas | 118 | 3-4.15 |
| Broca de centrar | 086 | 3-4.12 |
| Broca helicoidal (Ângulos) | 054 | 3-4.12 |
| Brocas (nomenclaturas, características e-tipos) | 018 | 3-4.12 |
| Cabeçote contornador - Suas ferramentas e porta-ferramenta | 132 | 3-4.15 |
| Cabeçote divisor simples (divisão direta) | 123 | 3-4.15 |
| Cabeçote para fresar cremalheira | 139 | 3-4.15 |
| Cabeçote universal e cabeçote vertical | 119 | 3-4.15 |
| Chave de fenda | 060 | 5-1.09 |
| Chaves de aperto | 058 | 5-1.08 |
| Chavetas | 121 | 4-2.28 |
| Compassos de ponta e de centrar | 010 | 5-1.05 |
| Cones normalizados, morse e americano (Tabelas) | 105 | 4-4.31 |
| Conjunto divisor | 120 | 3-4.15 |
| Conjunto divisor (Divisão diferencial) | 140 | 3-4.15 |
| Conjunto divisor (divisão indireta e divisão angular) | 126 | 3-4.15 |
| Conjunto divisor (tipos de montagens de peças) | 125 | 3-4.15 |

IV Índice alfabético de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para FRESADOR.
(Incluindo referência e código)

| TÍTULO DO ASSUNTO TECNOLÓGICO | Referência | Código de assuntos |
|--|------------|--------------------------|
| Conjunto divisor (divisor universal) | 124 | 3-4.15 |
| Coroa para parafuso sem-fim | 144 | 4-3.47 |
| Divisor linear | 138 | 3-4.15 |
| Eixos porta-fresas | 114 | 4-4.35 |
| Elementos de fixação (calços-chapas-macacos) | 113 | 4-4.52 |
| Elementos de fixação (morsa de máquinas) | 064 | 4-4.51 |
| Engrenagem cilíndrica helicoidal | 142 | 4-3.44 |
| Engrenagem cilíndrica reta | 134 | 4-3.43 |
| Engrenagens cônicas | 143 | 4-3.45 |
| Engrenagens (Generalidades) | 133 | 4-3.41 |
| Esquadro de precisão | 026 | 2-3.2 |
| Espiral de Arquimedes (Suas aplicações em excêntricos e rosca frontal) | 145 | 4-3.7 |
| Ferramentas de corte (Tipos. Noções de corte e cunha) | 042 | 3-4.11 |
| Ferro fundido. (Tipos, usos e características) | 040 | 1-2.1 |
| Fluidos de corte | 021 | 5-3.2 |
| Fresagem em oposição e Fresagem em concordância | 129 | 3-4.15 |
| Fresas (Tipos e características) | 116 | 3-4.15 |
| Gabaritos | 038 | 2-3.2 |
| Goniômetro | 027 | 2-2.4 |
| Hélices | 141 | 4-3.51 |
| Instrumentos de controle (Calibrador passa-não-passa) | 072 | 2-3.43 |
| Instrumentos de controle (Calibradores e Verificadores) | 039 | 2-3.4 |
| Instrumentos de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Can toneiras) | 023 | 5-1.06(07) 5-2.21(24) |
| Instrumentos de traçar (Régua-Riscador-Esquadro) | 008 | 5-1.04 |

IV Índice alfabético de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para FRESADOR.
(Incluindo referência e código)

| TÍTULO DO ASSUNTO TECNOLÓGICO | Referência | Código de assuntos |
|--|------------|--------------------|
| Limas | 001 | 3-4.31 |
| Lubrificação (Sistemas e Canais) | 080 | 4-5.1 |
| Mandril descentrável e mandril fixo | 131 | 4-4.36 |
| Mandris e buchas cônicas | 017 | 4-4.33(34) |
| Martelo e macete | 013 | 5-1.02 |
| Medição com auxílio de cilindros (Cálculos) | 130 | 2-5.3 |
| Medição de dentes de engrenagens | 135 | 2-7.2 |
| Mesa circular | 127 | 3-4.15 |
| Mesa de traçagem e controle | 005 | 2-3.1 |
| Metais não ferrosos (Ligas) | 066 | 1-3.2 |
| Metais não ferrosos (Metais puros) | 012 | 1-3.1 |
| Micrômetro (Funcionamento e leitura) | 044 | 2-2.31 |
| Micrômetro (Graduação em mm com nônio) | 051 | 2-2.31 |
| Micrômetro (Graduação em polegada com nônio) | 071 | 2-2.31 |
| Micrômetro (Graduações em polegada) | 067 | 2-2.31 |
| Micrômetro (Para medições internas) | 073 | 2-2.32 |
| Micrômetro (Nomenclatura-Tipos e aplicações) | 025 | 2-2.32 |
| Paquímetro (Apreciação) | 050 | 2-2.21 |
| Paquímetro (Leitura 0,05 e 0,2 mm) | 049 | 2-2.21 |
| Paquímetro (Leitura em frações de polegadas) | 037 | 2-2.21 |
| Paquímetro (nomenclatura e leitura 0,01 mm) | 019 | 2-2.22 |
| Paquímetro (Tipos, características e usos) | 024 | 2-2.22 |
| Parafusos, porcas, arruelas | 059 | 3-3.32 |
| Pastilhas de carboneto metálicas | 109 | 3-5.1 |

IV Índice alfabético de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para FRESADOR.
(Incluindo referência e código)

| TÍTULO DO ASSUNTO TECNOLÓGICO | Referência | Código de assuntos |
|---|------------|--------------------|
| Pinças e porta-pinças | 115 | 4-4.45 |
| Placa arrastadora e arrastador | 091 | 4-4.41 |
| Placa universal de três castanhas | 082 | 4-4.42 |
| Punção de bico | 009 | 5-1.03 |
| Ranhuras normalizadas (rasgos de chaveta e rasgos em "T") | 122 | 4-2.11 |
| Régua de controle | 004 | 2-3.1 |
| Régua graduada | 007 | 2-2.1 |
| Relógio comparador | 043 | 2-3.51 |
| Rodas para correntes | 136 | 4-3.2 |
| Rosca sem-fim (sistema módulo) | 108 | 4-3.47 |
| Roscas triangulares (Características e Tabelas) | 036 | 4-3.54 |
| Substâncias para cobrir superfícies por traçar | 006 | 5-3.1 |
| Tipos de montagens de peças sobre a mesa | 128 | 4-4.54 |
| Tolerâncias (Sistema ISO) | 074 | 4-5.1 |
| Trem de engrenagens (Generalidades) | 137 | 4-3.42 |
| Velocidade de corte (Conceito, unidades, aplicações) | 047 | 3-4.1 |
| Velocidade de corte na fresadora | 117 | 3-4.15 |
| Velocidade de corte na furadeira (Tabela) | 020 | 3-4.12 |

- V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
 Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO E FRESADOR.
 (FIT. 001 a 145)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|--|------------|
| 1-2.1 | Ferro fundido (Tipos, usos e características) | 040 |
| 1-2.2 | Aço ao carbono (Noções preliminares) | 002 |
| 1-2.3 | Aço ao carbono (Classificações) | 011 |
| 1-2.6 | Ligas de aço | 045 |
| 1-3.1 | Metais não ferrosos (Metais puros) | 012 |
| 1-3.2 | Metais não ferrosos (Ligas) | 066 |
| 2-2.1 | Régua graduada | 007 |
| 2-2.21 | Calibre com nônio (Leitura em frações de polegada) | 037 |
| 2-2.21 | Calibre com nônio (Apreciação de 0,05 mm e 0,02 mm) | 049 |
| 2-2.21 | Calibre com nônio (Apreciação) | 050 |
| 2-2.22 | Calibre com nônio (Nomenclatura e leitura em 0,1 mm) | 019 |
| 2-2.22 | Calibre com nônio (Tipos, características e usos) | 024 |
| 2-2.31 | Micrômetro (Funcionamento e leitura) | 044 |
| 2-2.31 | Micrômetro (Graduação em mm, com nônio) | 051 |
| 2-2.31 | Micrômetro (Graduação em polegadas) | 067 |
| 2-2.31 | Micrômetro (Graduação em polegadas com nônio) | 071 |
| 2-2.32 | Micrômetro (Nomenclatura-Tipos e aplicações) | 025 |
| 2-2.32 | Micrômetro (Para medições internas) | 073 |
| 2-2.4 | Goniômetro | 027 |

V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por
CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|---|------------|
| 2-3.1 | Régua de controle | 004 |
| 2-3.1 | Mesa de traçado e controle | 005 |
| 2-3.2 | Esquadro de precisão | 026 |
| 2-3.2 | Verificadores de ângulos | 031 |
| 2-3.2 | Gabaritos | 038 |
| 2-3.4 | Instrumentos de controle (Calibradores e Verificadores) | 039 |
| 2-3.43 | Instrumentos de controle (Calibrador passa-não-passa) | 072 |
| 2-3.51 | Indicador de quadrante | 043 |
| 2-5.3 | Medição com auxílio de cilindros (Cálculos) | 130 |
| 2-6.2 | Tolerâncias (Sistema ISO) | 074 |
| 2-7.2 | Medição de dentes de engrenagens | 135 |
| 3-3.32 | Parafusos, porcas e arruelas | 059 |
| 3-4.1 | Avanço nas máquinas ferramentas | 046 |
| 3-4.1 | Velocidade de corte (Conceito, unidades, aplicações) | 047 |
| 3-4.11 | Ferramentas de corte (Tipos. Noções de corte e cunha) | 042 |
| 3-4.11 | Ferramentas de corte (Ângulos e tabelas) | 048 |
| 3-4.12 | Furadeiras (Tipos, características e acessórios) | 016 |
| 3-4.12 | Brocas (Nomenclatura, características e tipos) | 018 |

- V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.).

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|--|------------|
| 3-4.12 | Velocidade de corte na furadeira (Tabela) | 020 |
| 3-4.12 | Broca helicoidal (Ângulos) | 054 |
| 3-4.12 | Furadeiras (Portátil e de coluna) | 062 |
| 3-4.12 | Broca de centrar | 086 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal. (Nomenclatura, caract. e acessórios) | 081 |
| 3-4.13 | Ferramentas de corte (Noções gerais de fixação no torno) | 083 |
| 3-4.13 | Ferramentas de corte para o torno (Perfis e aplicações) | 084 |
| 3-4.13 | Velocidade de corte no torno (Tabelas) | 085 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal (Cabeçote móvel) | 087 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horiz. (Funcionam. materiais, condiç. de uso) | 088 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal (Carro principal) | 089 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal (Cabeçote fixo) | 090 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal (Ponta e contraponta) | 092 |
| 3-4.13 | Recartilha | 093 |
| 3-4.13 | Engrenagens da grade para roscar no torno (Cálculo) | 095 |
| 3-4.13 | Torno mec. horiz. (Mecanismo de invers. do fuso e da grade) | 096 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horizontal (Caixa de avanços) | 097 |
| 3-4.13 | Desalinhamento da contraponta p/ torneiar sup. cônica (Cálculo) | 098 |
| 3-4.13 | Torno mecânico horiz. (Mecanismo de redução do eixo principal) | 100 |
| 3-4.13 | Inclinação do carro superior para torneiar cônico (Cálculo) | 103 |
| 3-4.13 | Inclinaç. da régua-guia do ap. conif. p/ torneiar cônica (Cálculo) | 104 |
| 3-4.14 | Plaina limadora (Nomenclatura e características) | 041 |
| 3-4.14 | Velocidade de corte na plaina limadora (Tabelas) | 068 |
| 3-4.14 | Plaina limadora (Cabeçote e avanços automáticos) | 070 |

- V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
 Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
 (FIT. 001 a 145) (cont.).

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|--|------------|
| 3-4.15 | Fresas de escarear e rebaixar | 022 |
| 3-4.15 | A Fresadora (Generalidades) | 111 |
| 3-4.15 | A Fresadora Universal | 112 |
| 3-4.15 | Fresas (Tipos e características) | 116 |
| 3-4.15 | Velocidade de corte na fresadora | 117 |
| 3-4.15 | Avanços, profundidade de corte nas formas de trabalho das fresas | 118 |
| 3-4.15 | Cabeçote universal e cabeçote vertical | 119 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor (Generalidades) | 120 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor simples (Divisão direta) | 123 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor (Divisor universal) | 124 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor (Tipos de montagens de peças) | 125 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor (Divisão indireta e divisão angular) | 126 |
| 3-4.15 | Mesa circular | 127 |
| 3-4.15 | Fresagem em oposição e fresagem em concordância | 129 |
| 3-4.15 | Cabeçote contornador - suas ferramentas e porta-ferramentas | 132 |
| 3-4.15 | Divisor linear | 138 |
| 3-4.15 | Cabeçote para fresar cremalheira | 139 |
| 3-4.15 | Conjunto divisor (Divisão diferencial) | 140 |
| 3-4.16 | Serras de fita para metais | 055 |
| 3-4.16 | Serras alternativas | 056 |
| 3-4.16 | Lâminas de serra para máquinas | 057 |
| 3-4.21 | Esmerilhadoras | 030 |
| 3-4.23 | Retificadora portátil | 102 |
| 3-4.31 | Limas | 001 |

V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|-------------------------------------|------------|
| 3-4.32 | Raspadores (Tipos, características) | 075 |
| 3-4.33 | Alargadores (Tipos e usos) | 065 |
| 3-4.34 | Talhadeira e Bedame | 029 |
| 3-4.35 | Machos de roscar | 032 |
| 3-4.35 | Brocas para machos (Tabelas) | 035 |
| 3-4.35 | Desandadores | 034 |
| 3-4.36 | Desandadores | 034 |
| 3-4.36 | Cossinetes | 061 |
| 3-4.37 | Serra manual | 028 |

| | | |
|-------|---------------------------------|-----|
| 3-5.1 | Pastilhas de carboneto metálico | 109 |
|-------|---------------------------------|-----|

| | | |
|--------|--|-----|
| 4-2.11 | Ranhuras normalizadas (Rasgos de chavetas e rasgos em "T") | 122 |
| 4-2.25 | Buchas de fricção e mancais | 078 |
| 4-2.28 | Chavetas | 121 |
| 4-2.26 | Rolamentos | 077 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 4-3.11 | Polias e correias | 079 |
| 4-3.13 | Polias e correias | 079 |
| 4-3.2 | Rodas para corrente | 136 |
| 4-3.41 | Engrenagens (Generalidades) | 133 |
| 4-3.42 | Engrenagens de grades para roscar no torno (Cálculo) | 095 |
| 4-3.42 | Trem de engrenagem (Generalidades) | 137 |

- V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|--|------------|
| 4-3.43 | Engrenagem cilíndrica reta | 134 |
| 4-3.44 | Engrenagens cilíndricas helicoidais | 142 |
| 4-3.45 | Engrenagens cônicas | 143 |
| 4-3.47 | Roscas sem-fim (Sistema módulo) | 108 |
| 4-3.47 | Coroa para parafuso sem-fim | 144 |
| 4-3.51 | Roscas (Noções, tipos, nomenclatura) | 033 |
| 4-3.51 | Roscas múltiplas | 107 |
| 4-3.51 | Hélices | 141 |
| 4-3.53 | Anéis graduados nas máquinas-ferramentas (Cálculos) | 069 |
| 4-3.54 | Roscas triangulares (Características e tabelas) | 036 |
| 4-3.54 | Roscas de tubos quadradas e redondas | 099 |
| 4-3.54 | Roscas trapezoidais normalizadas (Métrica, Acme, Dente de serra) | 106 |
| 4-3.7 | Espiral de Arquimedes (Suas aplic. em excêntricos e rosca frontal) | 145 |
| 4-3.9 | Molas helicoidais | 052 |
| 4-4.2 | Ferramentas de corte (Noções gerais de fixação no torno) | 083 |
| 4-4.31 | Cones normalizados, Morse e Americano (Tabelas) | 105 |
| 4-4.33 | Mandris e buchas cônicas | 017 |
| 4-4.34 | Mandris e buchas cônicas | 017 |
| 4-4.35 | Eixos porta-fresas | 114 |
| 4-4.36 | Mandril descentrável e mandril fixo | 131 |
| 4-4.41 | Placa arrastadora e arrastador | 091 |
| 4-4.42 | Placa universal de três castanhas | 082 |
| 4-4.43 | Placa de castanhas independentes | 094 |
| 4-4.44 | Torno mecânico (Placa lisa e acessórios) | 110 |

V Índice geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|--|------------|
| 4-4.45 | Pinças e porta-pinças | 115 |
| 4-4.47 | Lunetas | 101 |
| 4-4.51 | Elementos de fixação (Morsas de máquina) | 064 |
| 4-4.52 | Elementos de fixação (Calços-Chapas-Macacos) | 113 |
| 4-4.54 | Tipos de montagens de peças sobre a mesa | 128 |

| | | |
|-------|----------------------------------|-----|
| 4-5.1 | Lubrificação (Sistemas e canais) | 080 |
|-------|----------------------------------|-----|

| | | |
|--------|---|-----|
| 5-1.01 | Tesoura de mão e de bancada | 014 |
| 5-1.02 | Martelo e macete | 013 |
| 5-1.03 | Punção de bico | 009 |
| 5-1.04 | Instrumentos de traçar (Régua-Riscador-Esquadro) | 008 |
| 5-1.05 | Compassos de ponta e de traçar | 010 |
| 5-1.06 | Instrum.de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Perfis em esquadro) | 023 |
| 5-1.07 | Instrum.de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Perfis em esquadro) | 023 |
| 5-1.08 | Chaves de aperto | 058 |
| 5-1.09 | Chave de fenda | 060 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5-2.11 | Morsa de bancada | 003 |
| 5-2.13 | Acessórios para fixar peças | 015 |
| 5-2.13 | Elementos de fixação (Morsa de mão e Alicates de pressão) | 063 |
| 5-2.14 | Alicates | 053 |
| 5-2.14 | Elementos de fixação (Morsa de mão e Alicates de pressão) | 063 |

V Índice, geral de ASSUNTOS TECNOLÓGICOS para "MECÂNICA GERAL" por
CÓDIGO (Incluindo-se a referência).
Coleções consideradas: MECÂNICO AJUSTADOR, TORNEIRO e FRESADOR.
(FIT. 001 a 145) (cont.)

| CÓDIGO DE ASSUNTOS | Título do assunto tecnológico | Referência |
|--------------------|---|------------|
| 5-2.21 | Instrum.de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Perfis em esquadro) | 023 |
| 5-2.23 | Prensas manuais (De coluna) | 076 |
| 5-2.24 | Instrum.de traçar (Graminho-Prismas-Macacos-Perfis em esquadro) | 023 |
| 5-3.1 | Substâncias para recobrir superfícies a traçar | 006 |
| 5-3.2 | Fluidos de corte | 021 |

ADVERTÊNCIAS

- 1) As folhas incluídas a seguir servirão de padrão para imprimir matrizes ou stenceis para máquinas offset de oficina, mimeógrafos ou outros tipos de duplicadores.
Devem ser tratadas com cuidado a fim de não danificar o papel, nem manchar sua superfície.
- 2) É conveniente que as folhas sejam verificadas antes de realizar a impressão das matrizes, podendo retocar-se com lápis comum ou tintas de desenho os traços demasiadamente fracos, assim como cobrir as manchas e imperfeições com "guate" (branco).
- 3) Os anexos que devam fazer-se nas folhas, por exemplo código local, podem escrever-se em papel branco e colar-se no lugar correspondente. O mesmo vale para corrigir erros e outras falhas.



É posicionar e fixar a morsa na fresadora (fig. 1). Sua montagem permite prender o material a fresar, de forma rápida e fácil.
Em casos necessários, pode ser montada sobre a mesa circular (fig. 2) ou sobre a mesa angular (fig. 3).

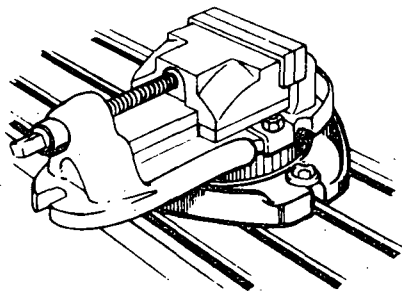


Fig. 1

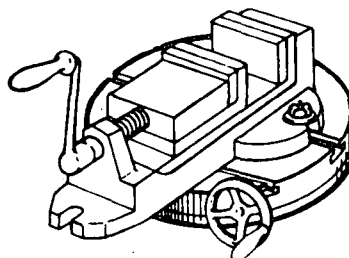


Fig. 2

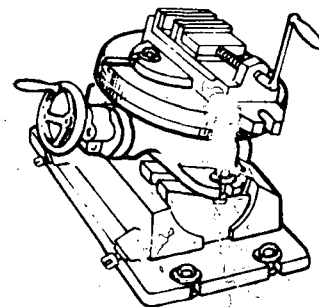


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Limpe a mesa e a base da morsa.*

OBSERVAÇÃO

Use uma trincha e panos.

2º passo - *Posicione a morsa sobre a mesa.*

OBSERVAÇÃO

As guias da morsa devem penetrar totalmente na ranhura da mesa.

PRECAUÇÃO

TRANSLADE A MORSA COM AJUDA DE OUTRAS PESSOAS PARA EVITAR ESFORÇO EXCESSIVO E QUEDAS.

3º passo - *Coloque os parafusos na ranhura da mesa até que encaixem nos rasgos da morsa.*

4º passo - *Fixe a morsa, apertando as porcas ou parafusos.*



É fixar o material em posição adequada para fresá-lo na morsa, já montada na fresadora (fig. 1).

Realiza-se como passo prévio a operações de fresagem em geral, tais como: fresar superfície plana, fresar ranhuras e mandrilar.

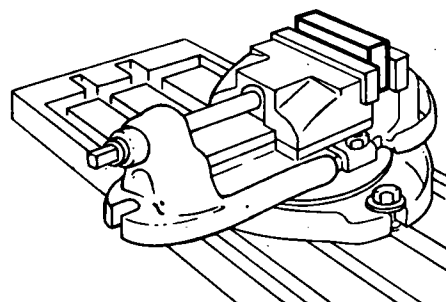


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Abra as mandíbulas e limpe a morsa.*

OBSERVAÇÃO

Se o material tiver rebarbas e impurezas na superfície, elimine-as antes de montá-lo na morsa.

2º passo - *Posicione e fixe o material, apertando suavemente as mandíbulas.*

OBSERVAÇÃO

Para algumas formas de material, utilizam-se calços ou mordentes especiais, alguns dos quais, indicam-se nas figuras 2 a 7.

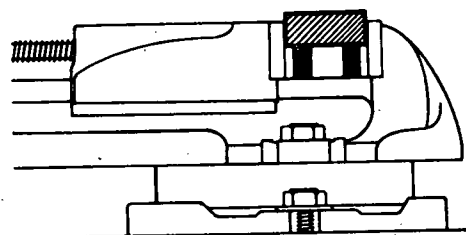
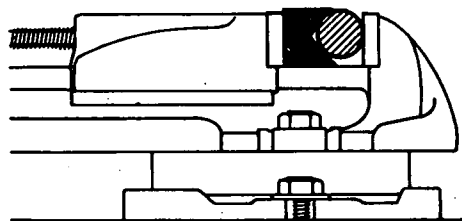
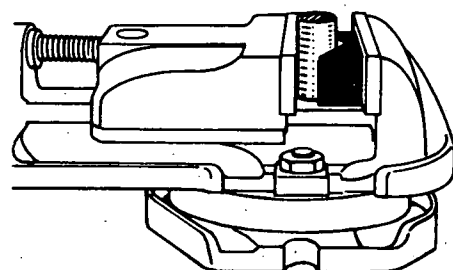


Fig. 2 - Calços paralelos, para material de espessura menor que a altura dos mordentes.



Figs. 3 e 4 - Calços em "V", para material de seção circular.



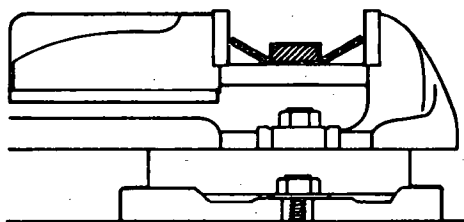


Fig. 5 - Calços para material de pouca espessura.

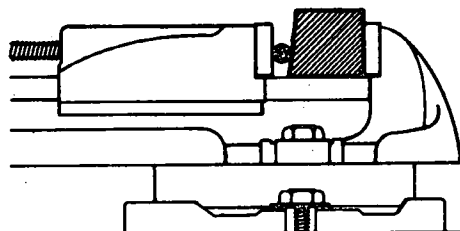


Fig. 6 - Calço cilíndrico, para material não rigorosamente paralelo.

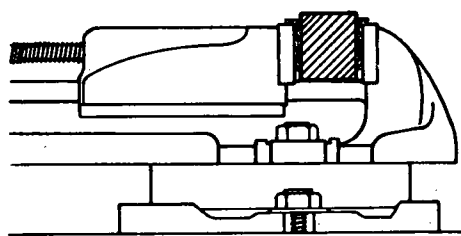


Fig. 7 - Mordentes protetores, de cobre, latão ou alumínio, para proteger superfícies polidas.

3º passo - *Golpeie com um macete de chumbo, de plástico ou de madeira, sobre o material, procurando um bom apoio sobre os calços e a base da morsa.*

OBSERVAÇÃO

Quando a mandíbula móvel da morsa tem folga nas guias, para facilitar o apoio, utilizam-se calços cilíndricos como o da figura 6.

4º passo - *Aperte fortemente o material.*

É fixar o eixo porta-fresas e a fresa em posição para fresar o material. Faz-se como operação prévia ao fresado de peças (figs. 1 e 2).

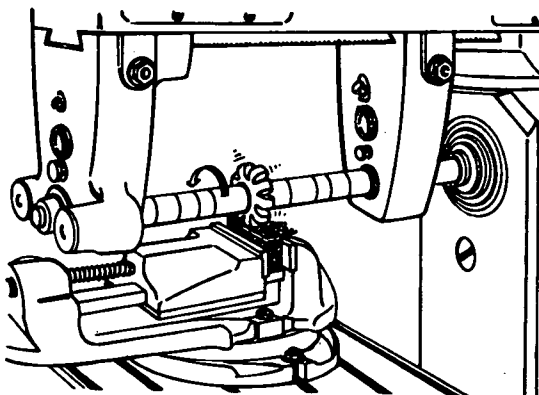


Fig. 1

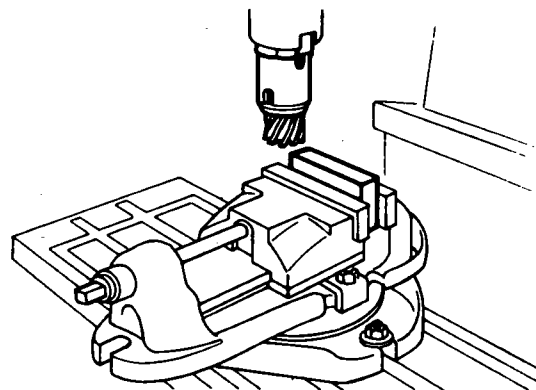


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

I - FRESAS COM FURO

- 1º passo - *Selecione o eixo porta-fresas, limpe seu cone e o do eixo principal onde se vai montá-lo.*
- 2º passo - *Introduza o extremo cônico do eixo porta-fresas no furo do eixo principal, de maneira que as ranhuras encaixem nas chavetas de arraste, e aperte o eixo por meio do tirante (figuras 3 e 4).*

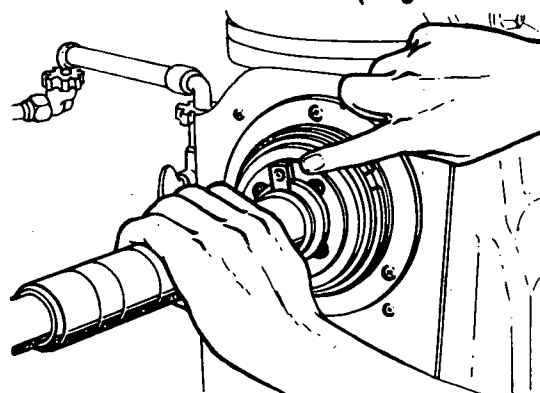


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Deve-se sustentar o eixo durante o aperto, para evitar que caia.

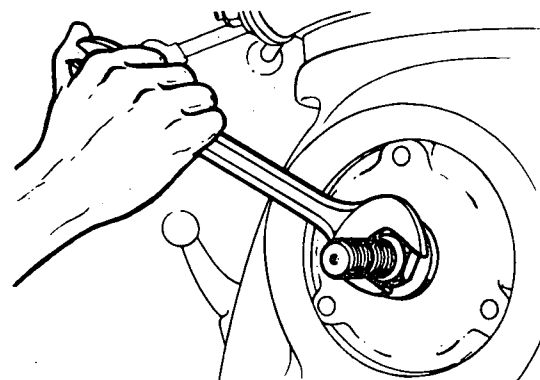


Fig. 4

3º passo - Monte a fresa.

a Introduza a fresa observando a orientação dos dentes, segundo o sentido de corte previsto (fig. 5).

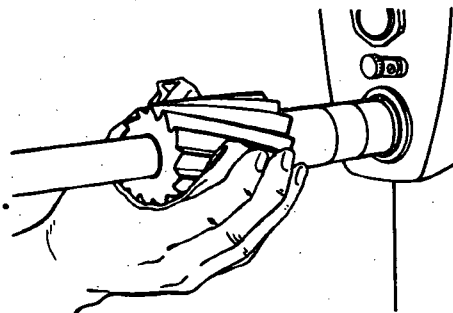


Fig. 5

PRECAUÇÃO

SEGURE A FRESA COM UM PANO OU COM UMA LUVA, PARA EVITAR CORTAR-SE.

OBSERVAÇÕES

- 1) Tratando-se de eixos com anéis separadores, retirem-se os anéis necessários de modo a colocar a fresa em posição.
- 2) Quando se trata de eixos compridos montados no eixo principal, montam-se um ou dois suportes (fig. 6).

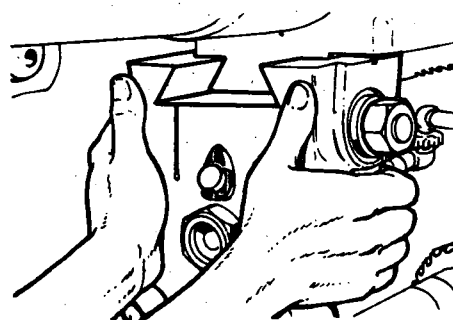


Fig. 6

b Fixe a fresa.

II - FRESAS COM HASTE.

1º passo - Limpe o cone do eixo principal, do porta-fresas e a haste da fresa.

2º passo - Introduza o porta-fresas no eixo principal e fixe-o por meio do tirante.

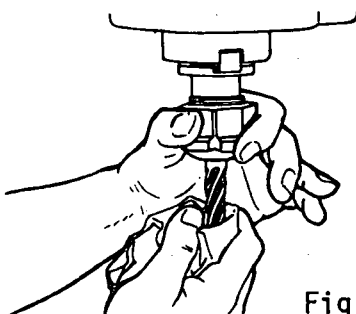


Fig. 7

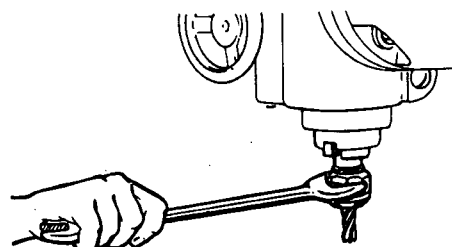


Fig. 8

PRECAUÇÃO

SEGURE A FRESA COM UM PANO OU COM UMA LUVA, PARA EVITAR CORTAR-SE.

3º passo - Monte a fresa no porta-fresas e aperte suavemente (figs. 7 e 8).



É o processo mediante o qual usina-se a parte superior de uma peça com a fresa cilíndrica para fresagem plana, montada em um porta-fresas em posição horizontal. É a forma mais simples de executar a fresagem plana horizontal, seja com a peça montada na morsa (fig. 1) ou diretamente sobre a mesa (fig. 2).

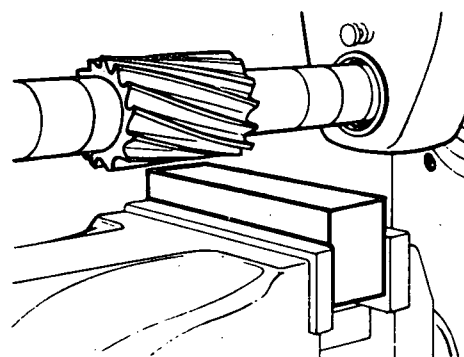


Fig. 1

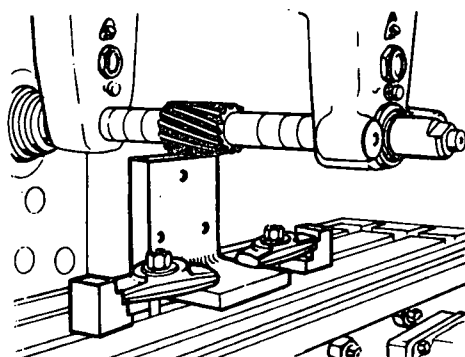


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o material.

2º passo - Monte o porta-fresas e a fresa cilíndrica para fresagem plana.

3º passo - Prepare a fresadora para o corte.

___ a Regule o número de rotações por minuto (rpm), com o qual a fresa deve girar.

OBSERVAÇÃO

Antes de por a fresadora em funcionamento, verifique se a ferramenta não está em contato com o material.

___ b Ponha a fresadora em funcionamento.

___ c Aproxime manualmente o material, de maneira que a ferramenta toque na parte mais alta da superfície a fresar.

___ d Ponha em "zero" o anel graduado do fuso que aciona a mesa no sentido vertical.

___ e Pare a máquina e baixe a mesa.

___ f Selecione o avanço da mesa.



g Posicione e fixe os limitadores do movimento automático longitudinal da mesa (fig. 3).

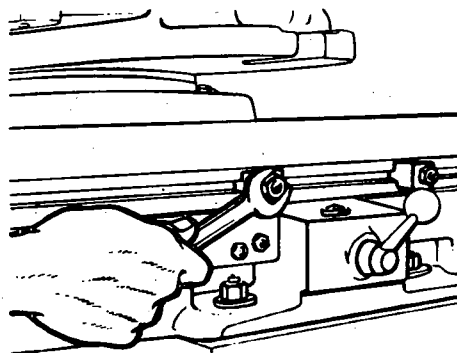


Fig. 3

4º passo - *Dê um passe.*

a Ponha a fresadora em funcionamento.

b Aproxime manualmente a peça para iniciar o corte, pelo extremo "A" (fig. 4), e dê a profundidade de corte, controlando-a por meio do anel graduado (fig. 5).

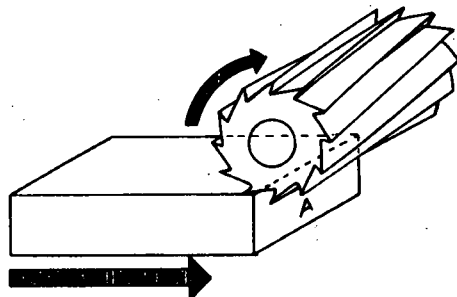


Fig. 4

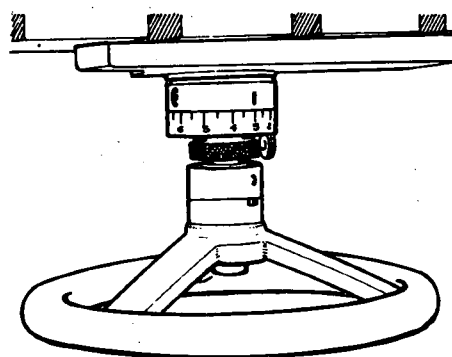


Fig. 5

c Fixe o carro do movimento vertical (fig. 6) e o carro transversal (fig. 7).

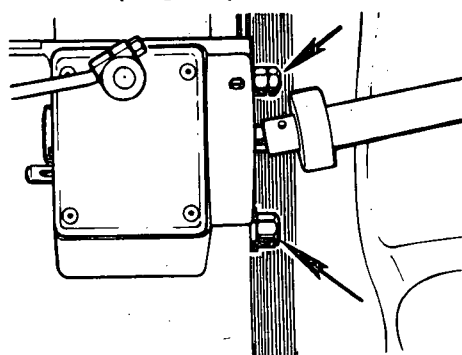


Fig. 6

d Ponha em funcionamento o avanço longitudinal automático da mesa.

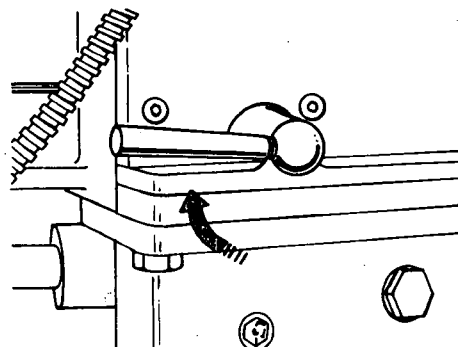


Fig. 7

OBSERVAÇÕES

1) No caso de ter que deixar uma medida determinada, inicie o corte manualmente (fig. 8) e, em seguida, retroceda a mesa para poder medir diretamente a peça (fig. 9). Depois, aproxime manualmente a peça da fresa e ligue o avanço automático.

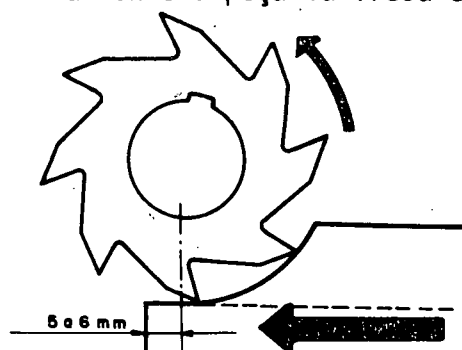


Fig. 8

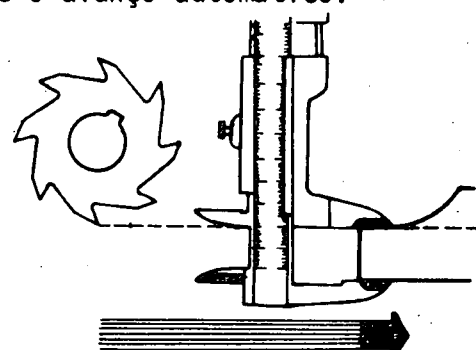


Fig. 9

2) Use refrigerante, de acordo com o material que está usando.

____ e Pare a fresadora, baixe a mesa e desloque-a longitudinalmente, levando o material à posição inicial (fig. 4).

5º passo - *Dê outros passes, se necessário.*

____ a Verifique se a superfície ficou totalmente plana (fig. 10).

____ b Repita o quarto passo, caso seja necessário.

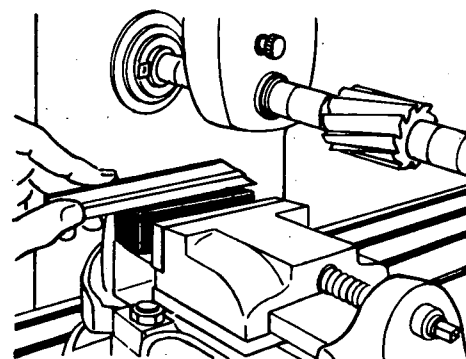


Fig. 10

É a ação de posicionar e fixar este acessório na fresadora. Com ele se consegue ter um eixo que forme qualquer ângulo em relação à mesa da fresadora (fig. 1).

Neste eixo se faz a montagem das fresas para operações de fresagem em geral e é, também, muito utilizado nos casos de fresagem de ranhuras helicoidais, espirais e de superfícies planas inclinadas.

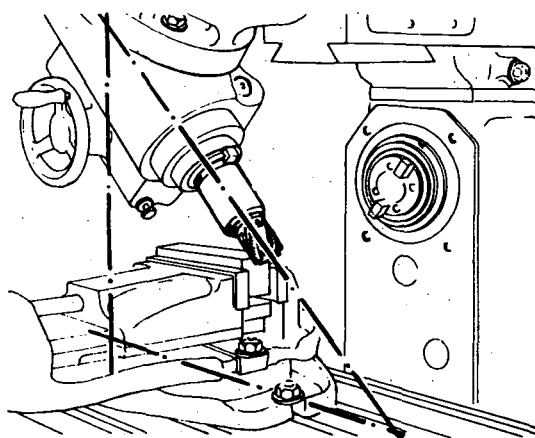


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o eixo intermediário para acoplar o cabeçote universal ao eixo principal da máquina (fig. 2).

- a Limpe o cone do eixo intermediário e o do eixo principal.
- b Introduza o eixo intermediário e fixe-o por meio do tirante.

OBSERVAÇÃO

Observe que as ranhuras do eixo devem penetrar nas chavetas de arraste do eixo principal.

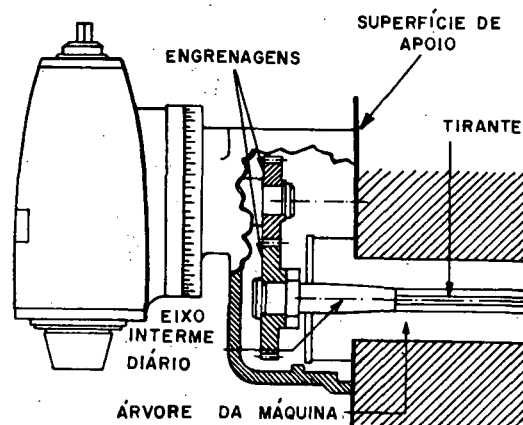


Fig. 2



29 passo - *Posicione o cabeçote universal, fazendo coincidir as referências que indiquem a posição correta.*

OBSERVAÇÕES

- 1 Limpe as superfícies de contato do cabeçote universal e da máquina.
- 2 Alguns eixos intermediários têm em seu extremo uma chaveta de arraste, estrias ou uma roda dentada. Em cada caso, deve observar-se o acoplamento correto com os órgãos internos do cabeçote universal.

PRECAUÇÃO

AO TRASLADAR O CABEÇOTE UNIVERSAL, GERALMENTE MUITO PESADO, UTILIZE UM GUINDASTE OU PEÇA AJUDA AOS SEUS COMPANHEIROS.

39 passo - *Fixe o cabeçote universal.*

- a Introduza os parafusos e dê inicialmente um aperto suave.
- b Ao final, dê o aperto definitivo.



É usinar um material para obter uma superfície plana paralela à mesa, utilizando uma fresa frontal montada no cabeçote universal da fresadora (figura 1).

Faz-se para produzir superfícies planas, na construção de órgãos de máquinas, ferramentas e acessórios.

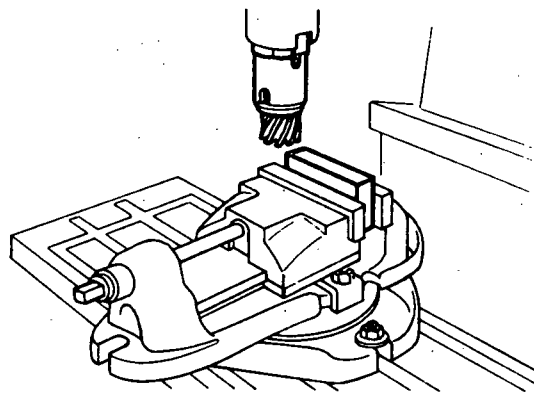


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o cabeçote universal.

PRECAUÇÃO

SOLICITE A AJUDA DE UM COMPANHEIRO, POR TRATAR-SE DE UM ACESSÓ-
RIO MUITO PESADO.

2º passo - Monte o material.

3º passo - Monte a fresa.

PRECAUÇÃO

AO MONTAR A FRESA, PROTEJA A MÃO COM UM PANO OU USE UMA LUVA PA-
RA EVITAR SE CORTAR.

4º passo - Prepare a máquina.

- a Regule o número de rotações por minuto (rpm).
- b Ponha a fresadora em funcionamento.

OBSERVAÇÃO

Antes de pôr a fresadora em funcionamento, verifique se a fresa
está em contato com o material.



- c Aproxime manualmente o material, de maneira que a fresa to
que na parte mais alta da superfície que se quer fresar.
- d Acerte em "zero" o anel graduado do fuso que aciona a mesa
no sentido vertical.
- e Pare a máquina.
- f Selecione o avanço da mesa.
- g Posicione e fixe os limitadores do movimento automático long
itudinal.

5º passo - *Dê um passe.*

- a Ponha a fresadora em funcionamento.
- b Aproxime, manualmente, a peça da fresa para iniciar o corte
por um extremo e dê a profundidade de corte, controlando com o
anel graduado.
- c Fixe o carro do movimento vertical e o carro transversal.
- d Ponha em funcionamento o avanço automático longitudinal da
mesa.

OBSERVAÇÕES

- 1) No caso de ter que deixar uma medida determinada, inicie o
corte manualmente e, em seguida, retroceda a mesa para me-
dir a peça. Depois, aproxime manualmente a peça da fresa e
ligue o avanço automático.

PRECAUÇÃO

MEÇA SOMENTE COM A MÁQUINA PARADA.

- 2) Use refrigerante de acordo com o material que está usinando.
- e Pare a máquina, baixe a mesa e desloque-a longitudinalmente
para levar o material à posição inicial.

6º passo - *Dê outros passes, se necessário.*

- a Verifique as medidas.
- b Repita o 5º passo.

É obter uma superfície plana perpendicular à mesa, mediante fresagem frontal ou tangencial (figs. 1 e 2).

De acordo com o tipo de montagem exigido pelo processo, é a forma mais conveniente para conseguir uma superfície plana.

Uma de suas aplicações está na fresagem de superfícies planas perpendiculares entre si, sem necessidade de fazer nova montagem.

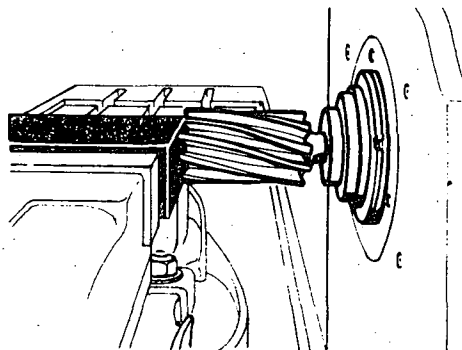


Fig. 1

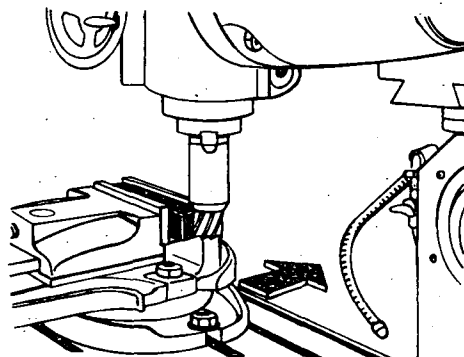


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o material.

2º passo - Monte o porta-fresas e a fresa frontal.

3º passo - Prepare a fresadora para o corte.

- ☐ a Regule as rpm e a velocidade de avanço.
- ☐ b Ponha a fresadora em funcionamento e aproxime manualmente o material à ferramenta, até que toque na parte mais alta da superfície a fresar.
- ☐ c Pare a máquina e ponha em "zero" o anel graduado do fuso que aciona o avanço transversal.
- ☐ d Afaste a peça da ferramenta e leve a mesa à posição inicial.

4º passo - Dê um passe.

- ☐ a Ponha a fresadora em funcionamento e dê a profundidade de corte.
- ☐ b Ligue o avanço automático e, terminado o passe, pare a máquina.

5º passo - Efetue outros passes, caso a superfície obtida não tenha ficado totalmente plana.



Consiste em obter uma superfície plana com fresagem frontal ou tangencial, de maneira que resulte paralela ou perpendicular a outra que se toma como referência. É aplicada na construção de peças com forma de prismas retangulares (fig. 1).

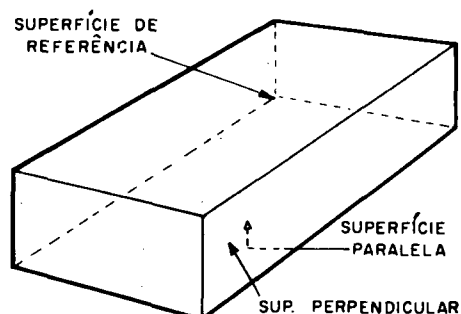


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Monte a morsa.*

2º passo - *Monte o material apoiando a superfície de referência (SR) na base da morsa ou na mandíbula fixa, tal como se indica nas figuras 2 e 3.*

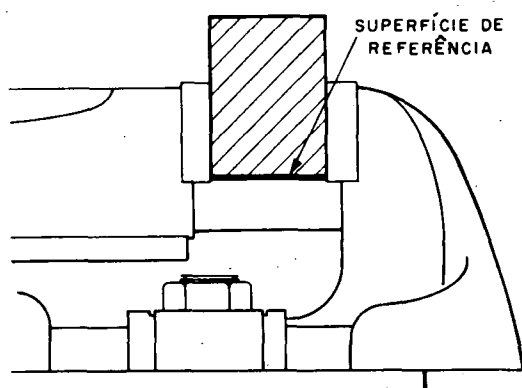


Fig. 2 - Superfície de referência do material (SR) apoiada na base da morsa para obter, com a fresagem, uma superfície paralela.

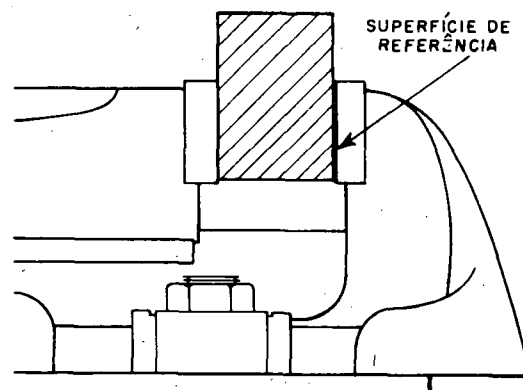


Fig. 3 - Superfície de referência do material (SR) apoiada na mandíbula móvel para se obter, com a fresagem, uma superfície perpendicular.

OBSERVAÇÃO

Quando as superfícies em contato com mandíbulas não são rigorosamente paralelas, ou quando a mandíbula móvel tem folga em suas guias, convém utilizar-se um calço cilíndrico, como se indica na figura 4.

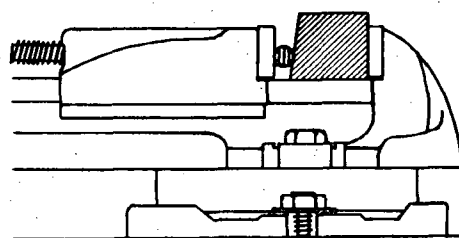


Fig. 4

3º passo - Monte a fresa.

4º passo - Frese a superfície plana horizontal.

5º passo - Verifique o paralelismo ou a perpendicularidade.

____ a Para o paralelismo utilize o paquímetro.

____ b Para a perpendicularidade utilize o esquadro.

É obter superfícies planas inclinadas com relação à mesa da fresadora, mediante fresagem tangencial ou frontal. Para obter-se essa superfície recorre-se à inclinação da ferramenta ou à reprodução do perfil da fresa (figs. 1 e 2). É aplicada na construção de chanfros e ranhuras em ângulo.

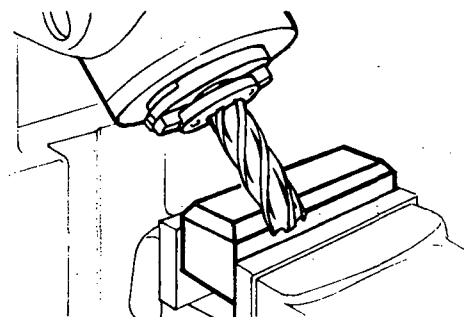


Fig. 1

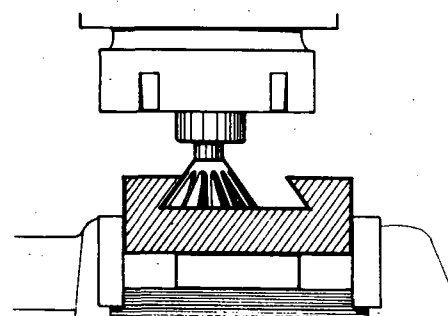


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o cabeçote universal.

2º passo - Monte o material.

3º passo - Incline o cabeçote universal no ângulo conveniente.

OBSERVAÇÕES

- 1) Para obter a inclinação mediante fresagem frontal, incline o cabeçote universal no mesmo ângulo que se deseja obter na peça (fig. 3).
- 2) Para obter a inclinação mediante fresagem tangencial, incline o cabeçote universal em um ângulo que seja igual ao complemento do ângulo que se quer dar na peça (fig. 4).

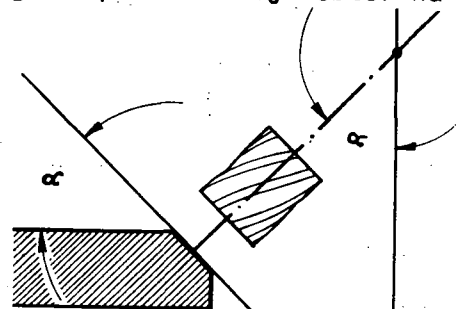


Fig. 3

4º passo - Monte a fresa.

5º passo - Prepare para iniciar o corte.

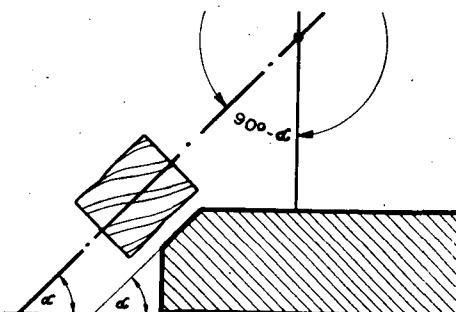


Fig. 4

OBSERVAÇÕES

- 1) Quando o cabeçote não é universal tem só uma articulação; neste caso, o material terá que ser fresado com deslocamento transversal (figura 5).
- 2) Sendo o cabeçote universal terá duas articulações; neste caso, o material poderá ser fresado tanto com o deslocamento transversal como longitudinal (figura 6).

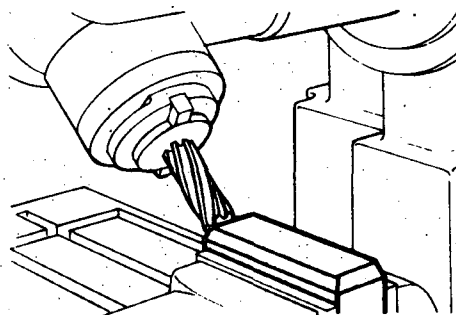


Fig. 5

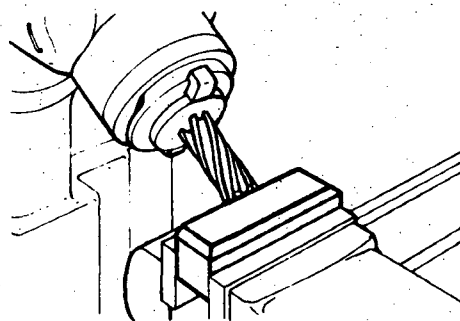


Fig. 6

6º passo - *Prepare a iniciação do corte.*

7º passo - *Dê um passe.*

8º passo - *Dê outros passos, se necessário.*

OBSERVAÇÃO

Também se pode fazer a fresagem de uma superfície plana inclinada reproduzindo-se o perfil de uma fresa. Por esse procedimento, pode-se trabalhar com o deslocamento longitudinal ou transversal, segundo o tipo da fresa escolhido (fig. 7).

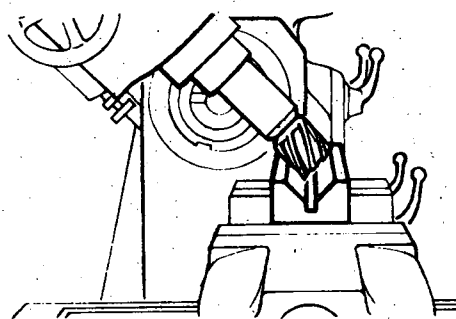


Fig. 7

É produzir superfícies planas combinadas, a distâncias previstas, ou em relação a uma superfície determinada.

Esta operação pode ser feita por meio de fresagem frontal ou tangencial e de diferentes maneiras, como se vê nas figuras 1 e 2.

Aplica-se na construção de peças como: matrizes, chapas de fixação e calços escalonados.

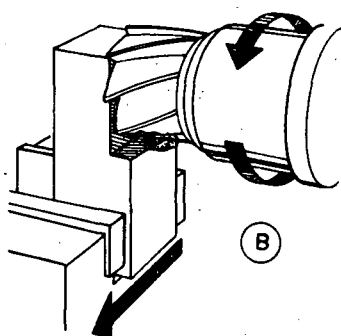
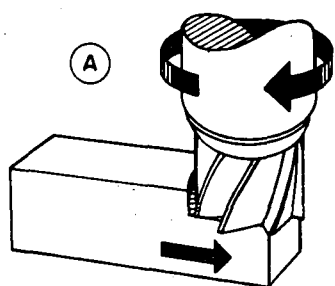


Fig. 1 Fresagem frontal
a. Em posição vertical
b. Em posição horizontal

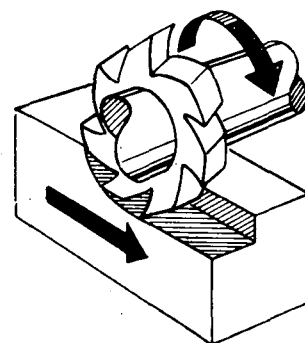


Fig. 2 Fresado tangencial

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o material.

OBSERVAÇÃO

Dependendo da forma e tamanho, a peça pode ser montada na morsa ou diretamente na mesa da fresadora.

2º passo - Selecione e monte a ferramenta, segundo as figuras 1 (a, b) ou 2.

3º passo - Selecione e regule as rpm e a velocidade de avanço.

4º passo - Frese a superfície de referência, se necessário.

5º passo - Desbaste o rebaixo.

a Com a fresa em movimento, toque levemente na superfície horizontal a fresar (figura 3) e tome referência no anel graduado.

b Dê a profundidade ($h = 0,5 \text{ mm}$).

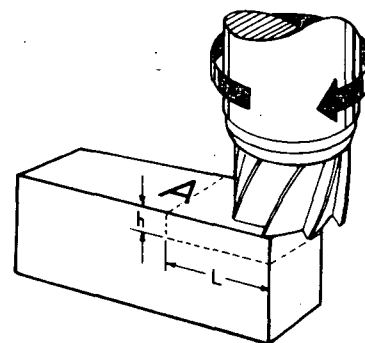


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Caso a profundidade ($h = 0,5 \text{ mm}$) seja superior à que a máquina pode suportar, dê tantos passes quantos sejam necessários.

c Com a fresa em movimento, toque levemente na superfície vertical (fig. 4) e tome referência no anel graduado.

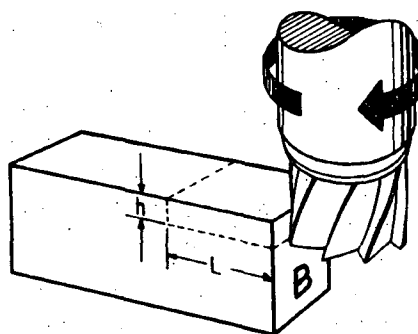


Fig. 4

d Dê o corte com uma distância ($L = 0,5 \text{ mm}$) controlando com o anel graduado.

OBSERVAÇÕES

- 1) Se necessário, utilize fluido de corte.
- 2) Inicie o corte com avanço manual e, em seguida, ligue o avanço automático.

6º passo - *Verifique as medidas.*

7º passo - *Termine o rebaixo, observando as dimensões finais.*

NOTA

Para casos de rebaixos simétricos, pode-se utilizar duas fresas, como mostra a figura 5.

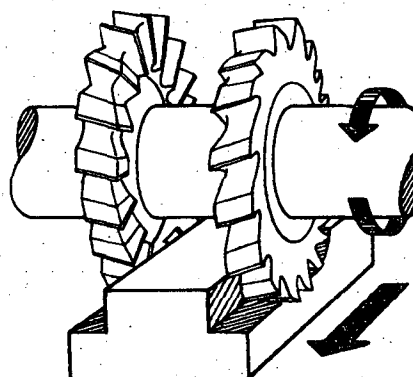


Fig. 5

É produzir um furo no material pela penetração de uma broca que gira montada na árvore da fresadora ou no cabeçote universal (figs. 1 e 2). Esta operação é geralmente feita como passo prévio para mandrilar ou para fazer furos de pouca precisão.

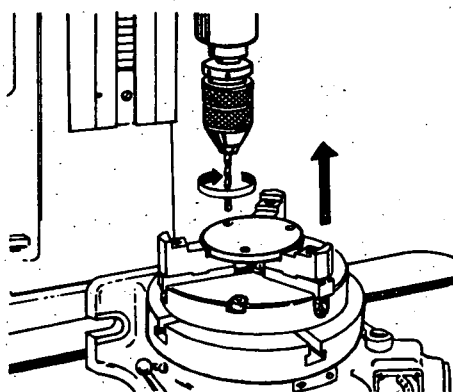


Fig. 1

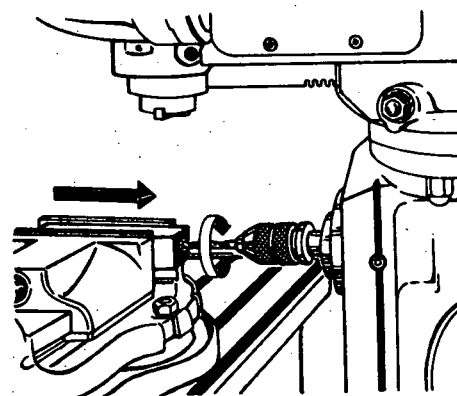


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o material.

2º passo - Monte o mandril porta-brocas.

OBSERVAÇÕES

- 1) Se possível, utilize pinça para fixar a broca.
- 2) A broca poderá ser montada no eixo principal da fresadora ou no cabeçote vertical, segundo a necessidade.

3º passo - Faça o furo de centro como guia.

- ☐ a Monte a broca de centrar.
- ☐ b Regule a rpm.
- ☐ c Fure no ponto indicado.

OBSERVAÇÃO

Retire frequentemente o cavaco com uma trincha, para evitar que brar a broca.

4º passo - Inicie a furação com movimento manual.

- ☐ a Retire a broca de centrar e monte a broca helicoidal.
- ☐ b Regule a rpm.
- ☐ c Aproxime o material da broca e faça com que esta penetre até o início da parte cilíndrica.

59 passo - Termine a furação.

- a Regule a velocidade para o avanço automático.
- b Situe e fixe os limitadores para o deslocamento automático.
- c Ligue o avanço automático.

OBSERVAÇÕES

- 1) Durante o corte, refrigere frequentemente, utilizando fluido de corte adequado.
- 2) Quando utilizar broca de diâmetro superior a 12 mm, faça primeiro um furo de guia, com uma broca de diâmetro ligeiramente superior ao núcleo da broca a empregar.
- 3) No caso de furos não passantes (cegos), limpe o furo e verifique a profundidade. Utilize o paquímetro (fig. 3) ou um calibre de profundidade (fig. 4).

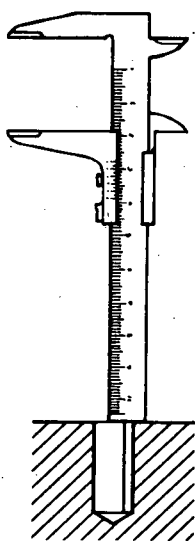


Fig. 3

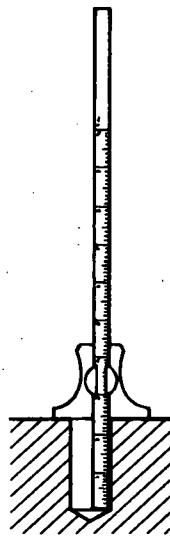


Fig. 4

PRECAUÇÃO

AO LIMPAR O FURO, RETIRE A BROCA E PROTEJA OS OLHOS, PARA EVITAR ACIDENTES.

É orientar a morσα de maneira que a superfície plana da mandíbula fixa coincida com a direção de deslocamento da mesa (fig. 1). Também pode-se alinhar, usando o próprio material, se este tem uma face de referência.

Constitui uma etapa prévia indispensável para a fresagem de faces, rebaios e ranhuras cuja posição tem referência com um determinado eixo ou face.

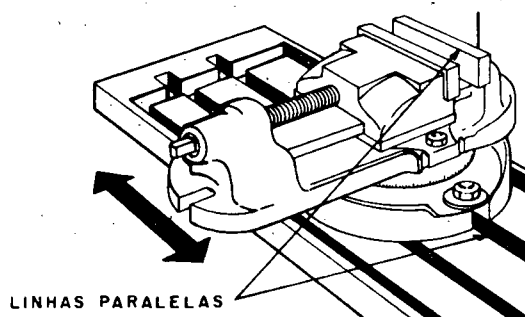


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e crie a morσα, colocando as mandíbulas na direção de translação da mesa.

2º passo - Monte o comparador na base magnética (fig. 2), ou no cabeçote universal (fig. 3).

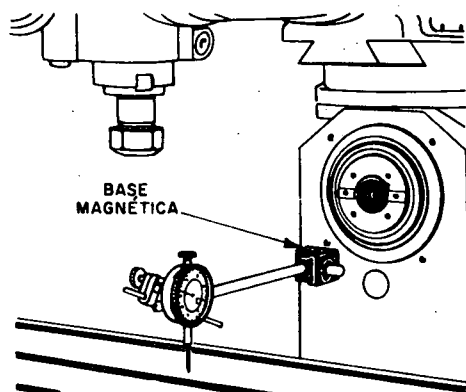


Fig. 2

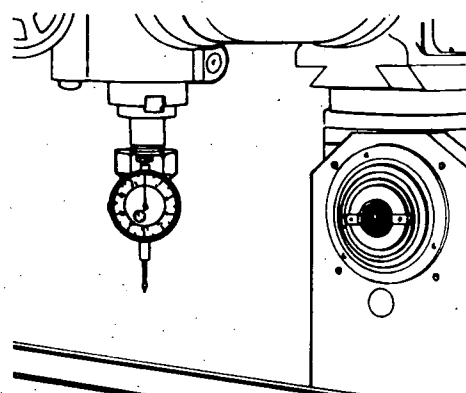


Fig. 3

3º passo - Verifique o alinhamento.

- a Ponha o apalpador em contato com a superfície a alinhar (figura 4).

OBSERVAÇÃO

Deixe o apalpador pressionado, de tal maneira que o ponteiro tenha deslocamento suficiente para indicar as variações positivas e negativas.

- b Translade a mesa de maneira que o apalpador se desloque em todo comprimento da superfície tomada como referência.

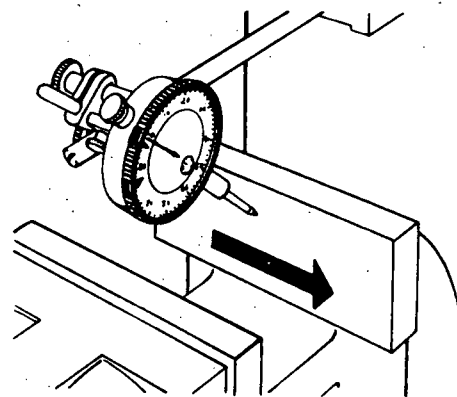


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Verifique para que lado e quando se desloca o ponteiro do indicador de quadrante (figs. 5 e 6).

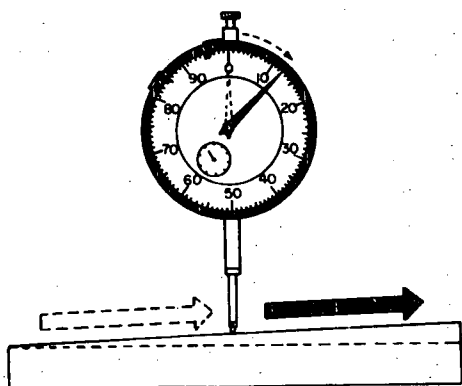


Fig. 5

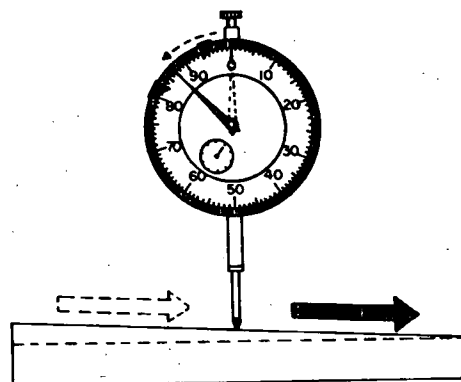


Fig. 6

- ___ c Desaperte as porcas de fixação da morsa à base e faça um giro para corrigir, segundo o sentido e a medida da variação assinalada pelo ponteiro do indicador de quadrante.
- ___ d Repita este processo até conseguir que as variações assinaladas pelo ponteiro estejam dentro do limite de tolerância especificado.
- ___ e Aperte as porcas para manter a morsa alinhada.

OBSERVAÇÃO

Verifique se o aperto modificou a posição final da mandíbula.

4º passo - *Controle a perpendicularidade da mandíbula fixa (fig. 7).*

- ___ a Ponha em contato o apalpador do indicador de quadrante com a mandíbula fixa.
- ___ b Faça a traslação da mesa no sentido vertical observando se o ponteiro do indicador de quadrante move-se dentro dos limites admissíveis de tolerância.

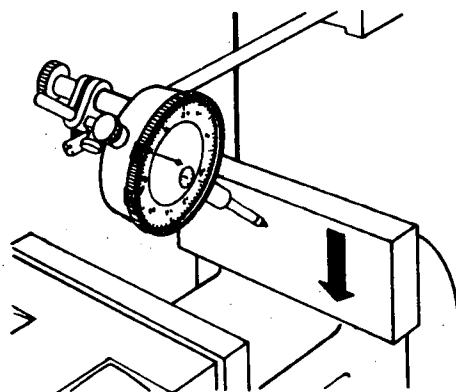


Fig. 7

5º passo - *Monte o material e verifique seu alinhamento.*

É produzir ranhuras retilíneas mediante a reprodução do perfil da fresa (figs. 1, 2 e 3).

Esta operação é feita na fresagem de rasgos de chaveta, guias, ranhuras em "V", ferramentas, gabaritos e peças de máquinas em geral.

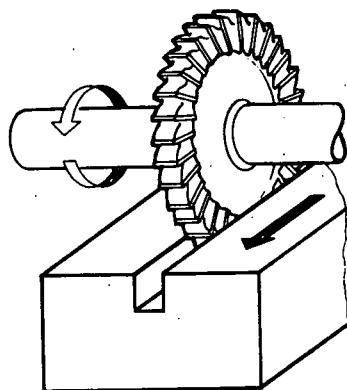


Fig. 1

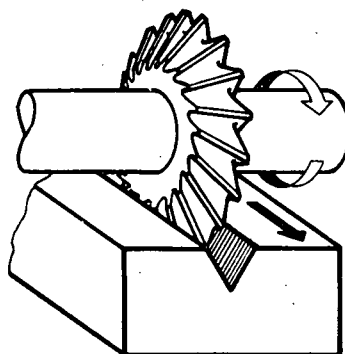


Fig. 2

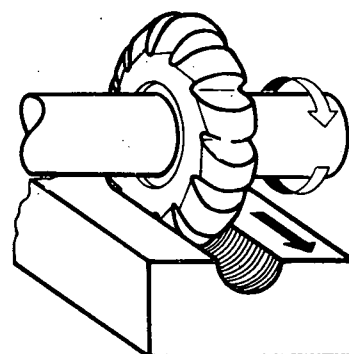


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e alinhe o material.

2º passo - Selecione e monte o porta-fresas e a fresa.

3º passo - Situe o material em posição de corte.

a Ponha a máquina em movimento.

b Faça contato da fresa com a superfície de referência, acerte em zero o anel graduado e desloque a medida X (figs. 4, 5 e 6).

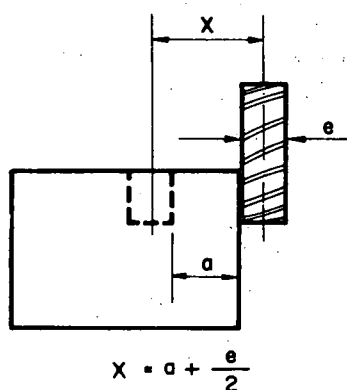


Fig. 4

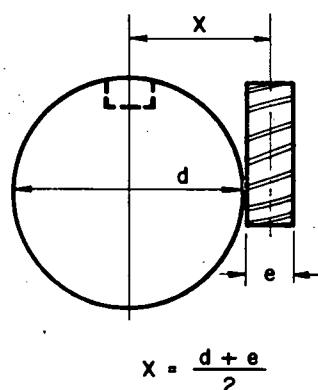


Fig. 5

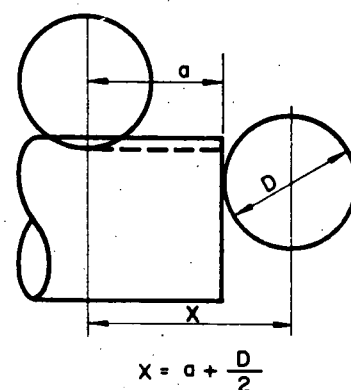


Fig. 6

- a - dimensão conhecida
- b - espessura da fresa
- c - diâmetro da peça
- d - diâmetro da fresa

4º passo - *Dê o corte.*

- a Faça contato com a fresa na parte superior do material.
- b Regule os limitadores.

OBSERVAÇÃO

No caso de ranhuras sem saída, fixe o limitador do avanço automático 1 ou 2 mm antes da medida final e, em seguida, termine o corte com deslocamento manual da mesa.

- c Regule a profundidade de corte para o desbaste.
- d Inicie o corte com avanço manual.
- e Ligue o avanço automático.

5º passo - *Termine a ranhura.*

OBSERVAÇÃO

Dê passes até conseguir a profundidade.

6º passo - *Faça o acabamento.*

7º passo - *Verifique as medidas.*

NOTA

No caso de serrar, dê passes até que se produza a separação do material (fig. 7).

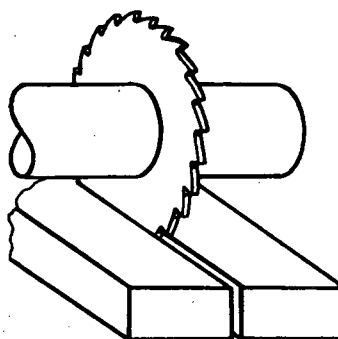


Fig. 7

É montar o cabeçote divisor sobre a mesa da fresadora e prepará-lo para sustentar a peça e fazê-la girar de maneira controlada.

Nos casos de peças compridas, utiliza-se, ainda, a contraponta como elemento auxiliar de apoio (fig. 1).

O cabeçote divisor é empregado na construção de certos tipos de peças, tais como: eixos estriados, rodas dentadas e prismas de secção poligonal.

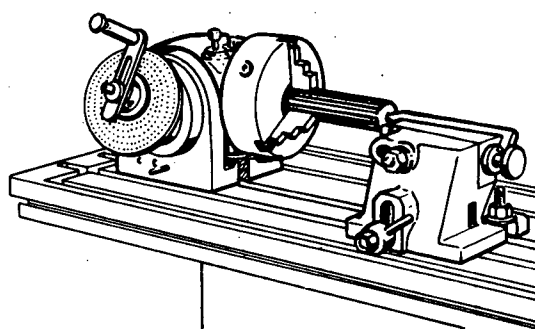


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO.

1º passo - Monte o cabeçote divisor sobre a mesa da fresadora, de forma similar à montagem da morsa.

PRECAUÇÃO

PEÇA AJUDA A UM COMPANHEIRO, PORQUE SE TRATA DE ACESSÓRIO PESADO (fig. 2).

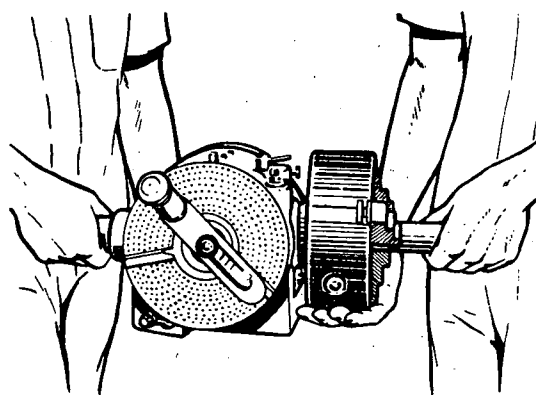


Fig. 2

2º passo - Prepare o cabeçote divisor.

CASO I - PARA DIVIDIR DE FORMA DIRETA

a Desacople o parafuso sem-fim da coroa, para que o eixo principal do cabeçote divisor gire livremente.

b Solte o pino ou a cunha que se possa introduzĩ-los nos furos ou rasgos que dividem o disco em partes iguais.

OBSERVAÇÃO

Este disco, que serve de referência, em geral está montado sobre o eixo principal do cabeçote, atrás da placa do cabeçote divisor (fig. 3 b).

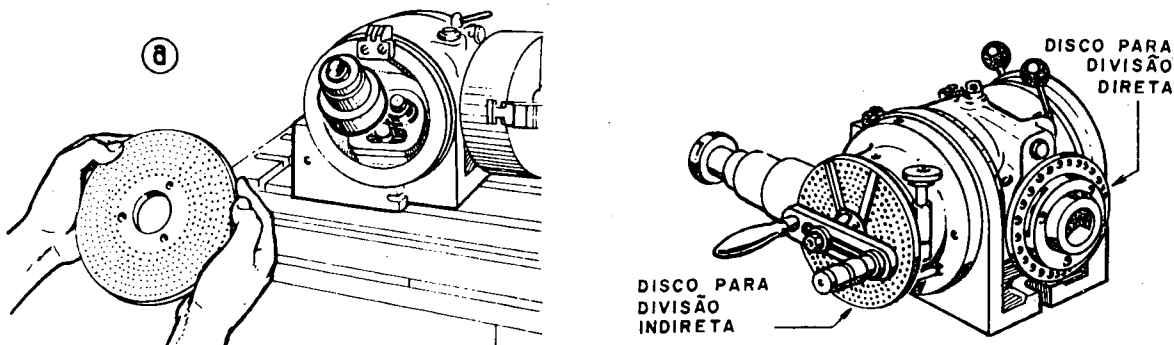


Fig. 3

CASO II - PARA DIVIDIR DE FORMA INDIRETA

a Monte o disco perfurado sobre o eixo, como mostra a figura 3 (a e b).

OBSERVAÇÃO

O disco deve ser o que contém a circunferência com o número de furos determinado pelo cálculo.

b Monte a manivela, de maneira que o pino retrátil possa introduzir-se nos furos da circunferência selecionada.

c Fixe os braços do setor.

OBSERVAÇÃO

A abertura do setor deve compreender tantos arcos entre furos, como indica o numerador da fração no cálculo.

39 passo - *Verifique a inclinação do eixo principal do cabeçote divisor.*

Observe se a divisão que corresponde ao ângulo (α) desejado, na escala móvel, coincide com a referência (fig. 4).

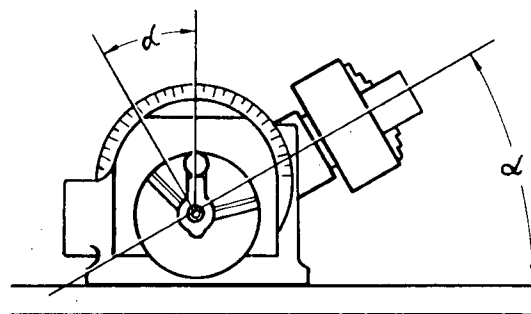


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Normalmente, o eixo principal do cabeçote divisor se encontra a 0° .

4º passo - Monte a placa universal ou a placa arrastadora e a ponta, segundo o tipo de montagem do material.

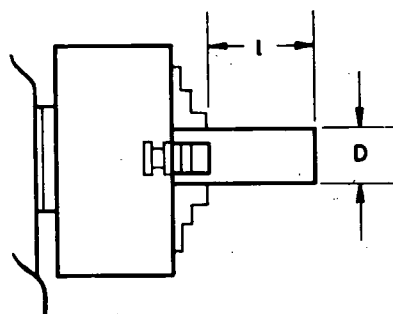


Fig. 5 - Na placa universal quando

$$l < 1,5D$$

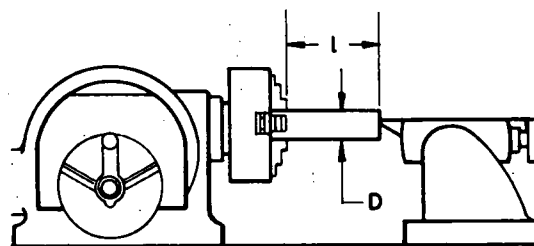


Fig. 6 - Entre a placa universal e contraponta quando

$$l > 1,5D$$

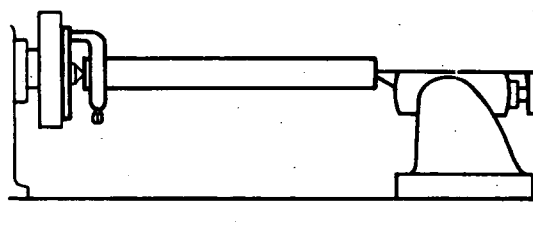


Fig. 7 - Montagem entre pontas. Para material de secção irregular ou peças que devem desmontar-se durante o processo de fabricação.

OBSERVAÇÕES

- 1) As roscas da placa e do eixo principal, os cones de ajuste e a ponta devem ser bem limpos antes da montagem.
- 2) A montagem da contraponta é similar à do cabeçote divisor. Depois de colocada na posição, é fixada com os parafusos alojados na ranhura da mesa.

É obter superfícies planas formando ângulo em um material montado no cabeçote divisor ou na mesa circular (figs. 1 e 2).

Utiliza-se esta operação para fresar as faces laterais de peças com forma de prismas de secção poligonal, porcas e cabeças de parafusos.

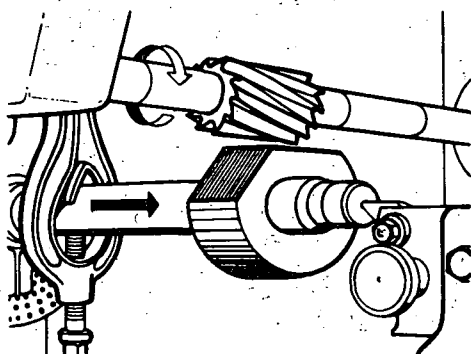


Fig. 1

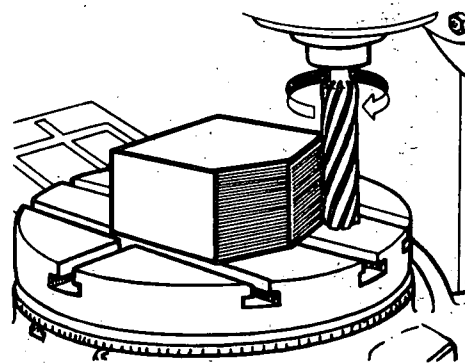


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o cabeçote divisor e prepare-o para fazer as divisões.

2º passo - Monte o material.

OBSERVAÇÃO

Segundo sua forma e dimensões, fixe-o na placa universal ou entrepontas.

3º passo - Monte a fresa.

4º passo - Coloque a manivela do cabeçote divisor na posição inicial.

a Introduza a ponta do pino retrátil no furo da circunferência escolhida.

OBSERVAÇÃO

Ao aproximar o pino retrátil do furo, faça-o girando a manivela no mesmo sentido que irá girar o material.

b Aproxime o setor até encostar no pino retrátil, para que a manivela percorra todo arco compreendido entre os braços do setor, no sentido previsto.

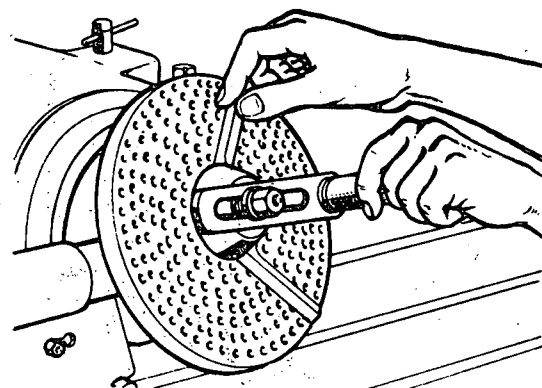


Fig. 3

5º passo - *Frese a primeira superfície.*

- ☐ a Regule as velocidades de avanço e rpm.
- ☐ b Dê a profundidade de corte.
- ☐ c Dê o passe com avanço automático.

6º passo - *Faça a primeira divisão.*

- ☐ a Retire o pino retrátil.
- ☐ b Faça com a manivela, o giro calculado.



Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Ao girar a manivela, cuidado para não ultrapassar o furo que indica o outro braço do setor. Se isso acontecer, gire a manivela uns 90° em sentido contrário e volte a tentar encaixar o pino retrátil.

Se houver necessidade de voltar a girar o material, deve-se deslocar o setor de maneira que o braço que marca a origem se apoie no pino retrátil.

7º passo - *Frese a segunda superfície.*

NOTAS

- 1) Desejando fresar outra superfície, formando o mesmo ângulo, repita o 6º e 7º passos.
- 2) De uma forma similar, podem-se obter superfícies planas em ângulo, montando o material sobre a mesa circular. O material pode ser montado diretamente sobre a mesa ou através da placa universal (fig.5).

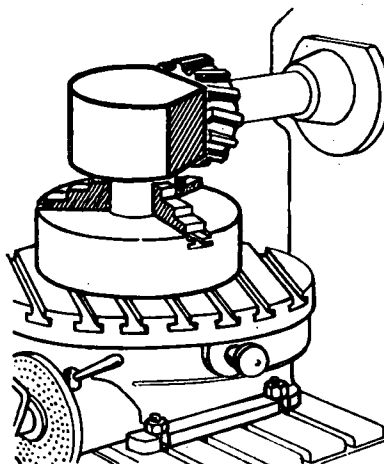


Fig. 5

É um processo que implica em colocar na posição, alinhar e fixar sobre a mesa da fresadora, o material que se deve usinar. O objetivo é obter uma boa fixação do material, quando por sua forma, tamanho ou condição de trabalho, oferece maior segurança, comodidade ou versatilidade na montagem (figura 1).

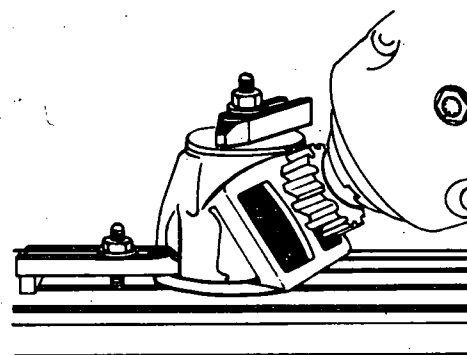


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Limpe a mesa.*

2º passo - *Monte o material.*

CASO I - COM SUPERFÍCIE PLANA DE APOIO.

a Apóie a superfície plana na mesa fazendo uma primeira aproximação do alinhamento.

OBSERVAÇÃO

Nos casos de peças com superfícies brutas, proteja a superfície da mesa, intercalando uma lâmina de metal macio (alumínio, cobre).

b Posicione os elementos de fixação.

OBSERVAÇÃO

Verifique se a posição desses elementos não interfere na trajetória de corte da fresa (fig.2).

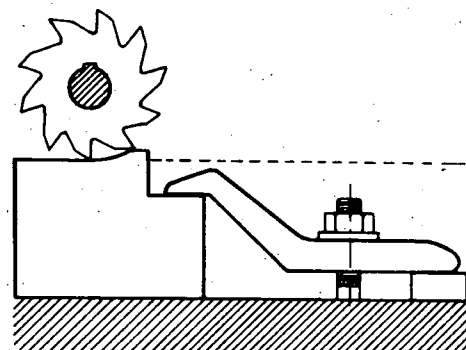


Fig. 2

CASO II - SEM SUPERFÍCIE PLANA DE APOIO.

a Coloque a peça sobre três apoios, sendo um fixo e dois cujas alturas sejam reguláveis (fig. 3).

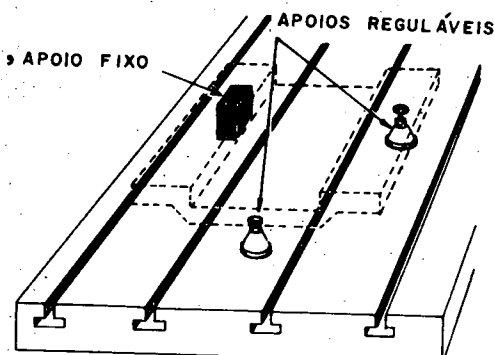


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

A posição dos apoios de altura regulável deve permitir o nivelamento do material.

b Alinhe o material.

c Ponha tantos apoios quantos forem necessários, para assegurar a estabilidade e rigidez do material durante a fresagem.

d Posicione os elementos de fixação.

OBSERVAÇÃO

Procure colocar os elementos de fixação sobre os apoios ou em pontos próximos a eles, para evitar, ao apertá-los, deformações no material (fig. 4).

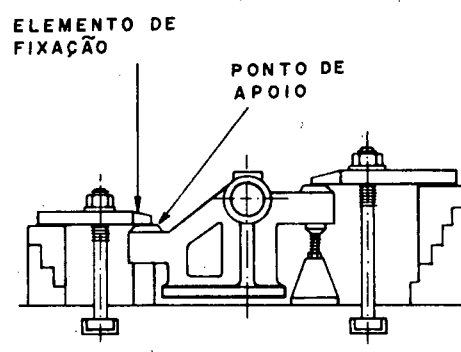


Fig. 4

3º passo - *Aperte suavemente* todos os elementos de fixação de maneira que o aperto se produza de forma alternada (fig. 5).

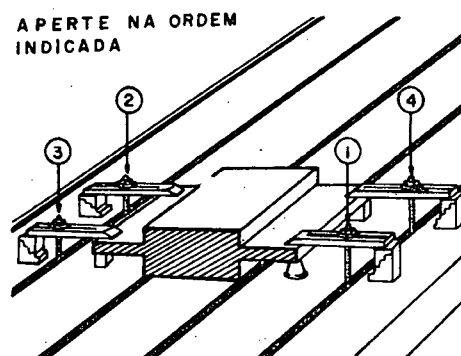


Fig. 5

4º passo - *Verifique o alinhamento* e corrija, se necessário.

5º passo - *Dê o aperto definitivo*, fazendo-o também de forma alternada.

6º passo - *Verifique o alinhamento final*.



É fresar ranhuras em forma de "T" para alojamento de parafusos e peças que devem deslocar-se guiadas. Esta operação é aplicada nas mesas, acessórios e dispositivos de máquinas-ferramenta (fig. 1).

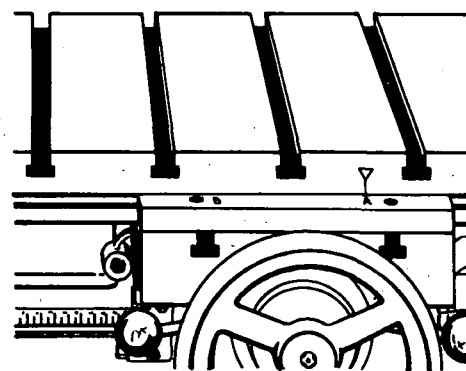


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e alinhe o material.

2º passo - Selecione e monte a fresa para fresar a ranhura retangular inicial.

OBSERVAÇÃO

De preferência, use uma fresa de três cortes.

3º passo - Selecione e regule a rpm e o avanço.

4º passo - Frese a ranhura retangular.

OBSERVAÇÃO

Dê a largura definitiva a esta ranhura e deixe 0,5 mm a menos na profundidade (h) (fig. 2).

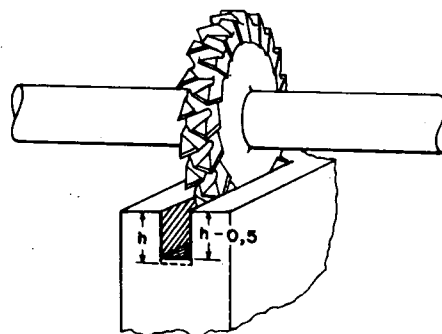


Fig. 2



5º passo - Troque a fresa para fresar a ranhura em "T".

OBSERVAÇÃO

Selecione uma fresa de menores dimensões que as da ranhura em "T".

6º passo - Desbaste a ranhura perpendicular a anterior.

- a Centre a fresa em relação ao eixo da ranhura feita e coloque a ferramenta na altura ($h-0,5\text{mm}$) (fig. 3).
- b Dê o corte.

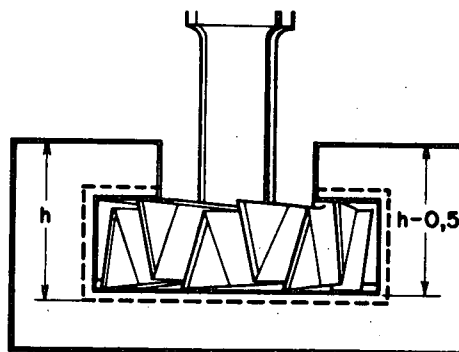


Fig. 3

OBSERVAÇÕES

- 1) Refrigere de forma abundante para assegurar a eliminação dos cavacos.
- 2) No caso de ter que fresar materiais sem usar refrigerante, pare a máquina para retirar os cavacos da ranhura.

7º passo - Troque a fresa.

OBSERVAÇÃO

Se possível, monte uma fresa que tenha as dimensões definitivas da ranhura.

8º passo - Termine a ranhura em "T", centrando a fresa e colocando-a na altura (h) definitiva (fig. 4).

OBSERVAÇÕES

- 1) Dê o mínimo de avanço durante esta etapa.
- 2) Do mesmo modo que no desbaste, refrigere de forma abundante e retire os cavacos da ranhura.

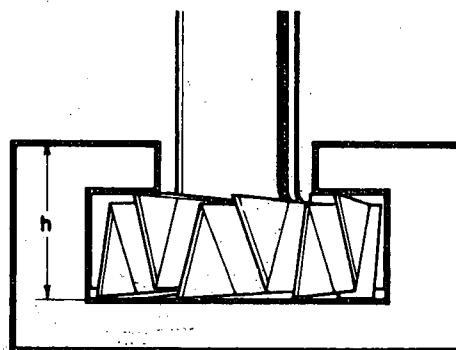


Fig. 4

É produzir uma ranhura reta no material, cuja secção, em forma de trapézio, obtém-se por geração (fig. 1) ou reproduzindo o perfil da fresa (fig. 2). É aplicada na construção de guias para órgãos de máquinas, das quais as mais comuns são as chamadas "cauda-de-andorinha" (fig. 3).

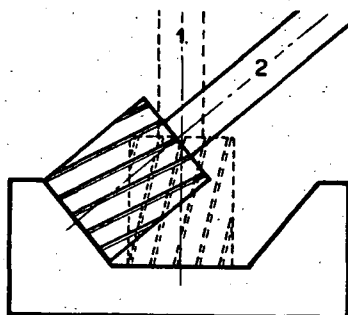


Fig. 1

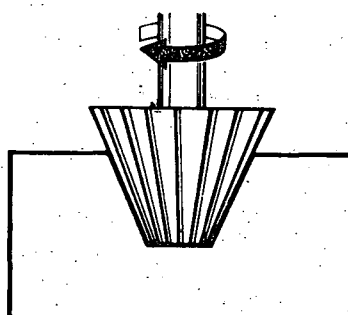


Fig. 2

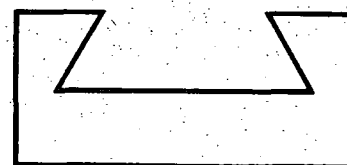


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e alinhe o material.

2º passo - Monte a fresa para ranhura retangular.

3º passo - Prepare a máquina

- a Seleccione e regule as velocidades de rotação (rpm) e avanço automático.
- b Situe e fixe os limitadores.

4º passo - Frese uma ranhura de secção retangular, inscrita na secção trapezoidal (fig. 4).

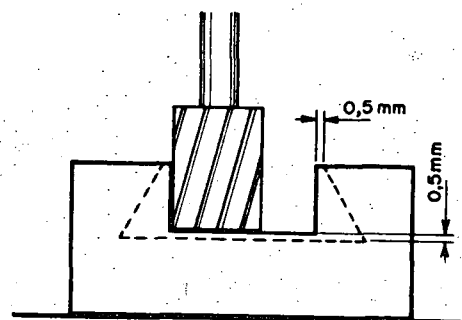


Fig. 4

OBSERVAÇÃO

Deve-se deixar um excesso de material de aproximadamente 0,5mm, para dar o acabamento com a fresa de forma (fig. 4).

5º passo - *Troque a fresa por uma angular, de acordo com o perfil final da ranhura.*

6º passo - *Inicie o perfilado.*

a Coloque a fresa de maneira que toque o fundo da ranhura retangular e o flanco sobre o qual vai fresar. Tome referência nos anéis graduados.

OBSERVAÇÃO

Observe o sentido de rotação da fresa e o avanço do material, para que o corte se faça em oposição (fig. 5).

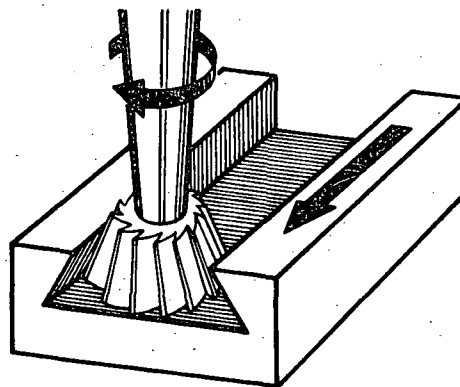


Fig. 5

b Afaste a fresa do material e dê a profundidade de corte, avançando para o flanco que se vai fresar.

c Comece o corte com avanço manual.

OBSERVAÇÃO

Avance lentamente, já que os dentes deste tipo de fresa, muito agudos, são frágeis.

7º passo - *Desbaste, aproximando o perfil do flanco da forma final.*

a Termine o passe com avanço automático.

OBSERVAÇÃO

Retire freqüentemente o cavaco com o jato de refrigerante ou com uma trincha.



PRECAUÇÃO

AO LIMPAR COM A TRINCHA, PARE A MÁQUINA.

 b Dê tantos passes quantos sejam necessários, deixando sobre-
dida para o acabamento.

8º passo - *Desbaste o flanco oposto repetindo o 6º e 7º passos.*

9º passo - *Termine a ranhura.*

 a Faça penetrar a fresa até a profundidade final da ranhura.

 b Aproxime a fresa até que toque no flanco desbastado.

 c Dê um passe.

 d Termine o outro flanco.

OBSERVAÇÕES

1) Verifique, antes de dar o último passe neste flanco, se ob-
tém a medida (m) desejada (fig. 6).

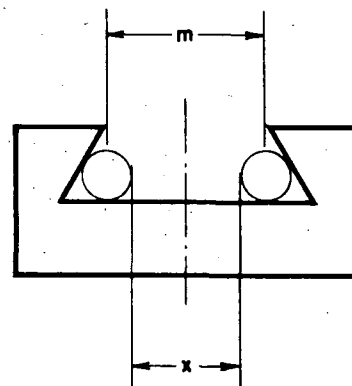


Fig. 6

2) Se a precisão o exige, a verificação final se faz
comprovando que se tem, entre os cilindros, a di-
mensão (x) previamente calculada (fig. 6).

É obter uma superfície cilíndrica interna por meio de uma ferramenta presa em um mandril montado no eixo principal da fresadora ou no do cabeçote universal (figuras 1 e 2).

Esta operação é empregada para aumentar e calibrar furos de peças para se obter uma determinada precisão. É aplicada na fabricação de peças de máquinas, gabaritos e outras.

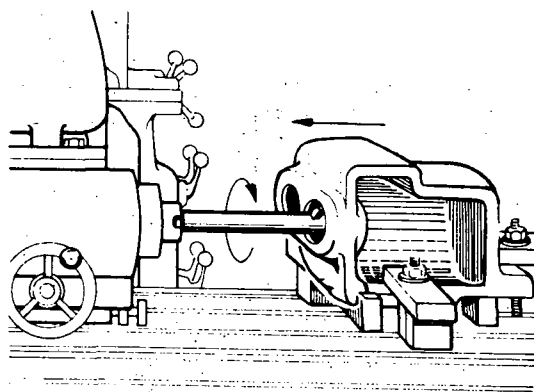


Fig. 1

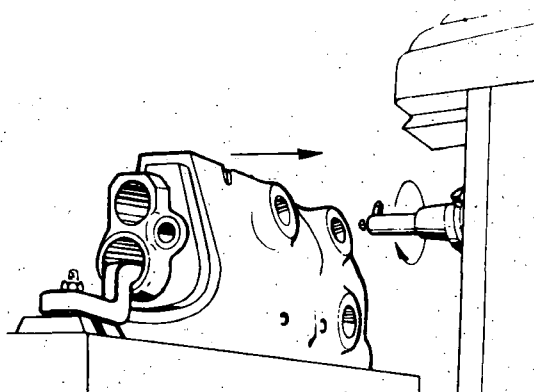


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Monte a peça.*

OBSERVAÇÃO

Dependendo de sua forma e tamanho, a peça pode ser montada em um acessório ou diretamente na mesa da fresadora.

2º passo - *Centre o furo*, fazendo coincidir seu eixo com o do eixo principal da fresadora.

OBSERVAÇÕES

1) Para fazer a centragem, toma-se como referência o traçado ou o furo já feito.

2) Uma vez centrado, fixe a mesa, para evitar que se mova.

3º passo - *Monte o mandril porta-ferramenta.*

____ a Selecione o porta-ferramenta de acordo com a peça, levando em consideração a profundidade do furo.

4º passo - Monte e fixe a ferramenta

PRECAUÇÃO

CUIDADO PARA O MANDRIL NÃO TOCAR NO FUNDO DO FURO, OU SE FOR FURO PASSANTE, QUE NÃO TOQUE NA SUPERFÍCIE DE APOIO DA PEÇA (fig. 3).

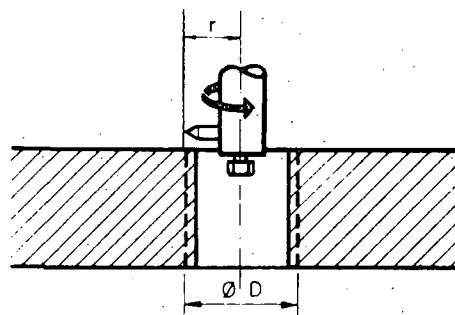


Fig. 3

5º passo - Prepare a máquina.

- ☐ a Selecione e regule a rpm e a velocidade de avanço.
- ☐ b Situe e fixe os limitadores do avanço.

6º passo - Desbaste o furo.

- ☐ a Regule a ferramenta para desbaste.

OBSERVAÇÃO

A regulagem se faz em função do diâmetro inicial e final.

- ☐ b Inicie o corte com avanço manual.
- ☐ c Continue o corte com avanço automático.
- ☐ d Pare a máquina e retroceda a ferramenta.

7º passo - Termine o mandrilado.

- ☐ a Verifique a medida.
- ☐ b Regule a ferramenta, levando em conta a diferença entre o diâmetro obtido e o diâmetro nominal.
- ☐ c Dê tantos passos quantos forem necessários.

8º passo - Faça a verificação final.

É produzir ranhuras retas na superfície interna ou externa do material, por meio de um acessório da fresadora chamado "contornador" (figs. 1 e 2).

Esta operação é feita na fresadora em casos de peças isoladas, ou quando se tratar de pequenas quantidades.

Aplica-se na construção de luvas e eixos estriados, rasgos de chaveta internos, rodas dentadas internas e perfis combinados.

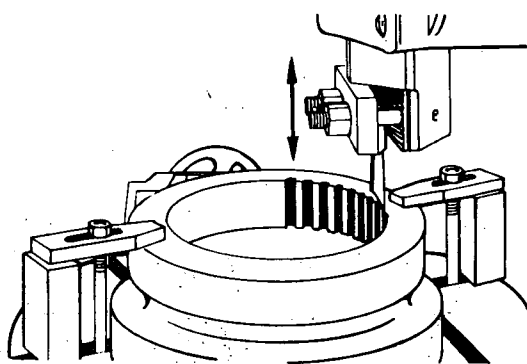


Fig. 1

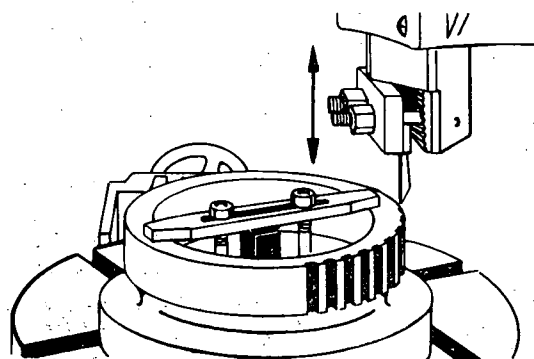


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Monte o aparelho contornador.*

- ___ a Introduza o eixo intermediário no eixo principal da fresadora.

OBSERVAÇÃO

Os cones do eixo intermediário e do eixo principal devem estar bem limpos.

- ___ b Aperte o eixo intermediário por meio do tirante.
- ___ c Situe o aparelho contornador, de modo que encaixe sobre o eixo intermediário.
- ___ d Fixe-o por meio dos parafusos.
- ___ e Verifique o funcionamento.

2º passo - *Monte a peça e centre-a.*

3º passo - *Monte o porta-ferramenta e a ferramenta.*

4º passo - *Regule o curso do contornador (fig. 3).*

a Desaperte o pino da biela.

b Situe o pino da biela a uma distância do centro igual à metade do curso desejado no contornador ($r = \frac{\text{curso}}{2}$).

c Fixe o pino da biela.

d Verifique o curso do contornador.

e Situe o curso em relação à peça.

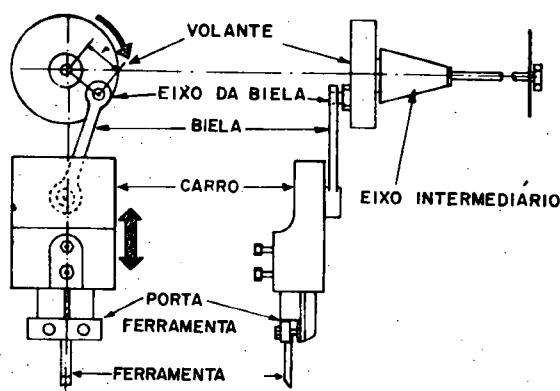


Fig. 3

PRECAUÇÃO

ANTES DE PÔR A MÁQUINA EM MOVIMENTO, COMPROVE SE A FERRAMENTA FAZ SEU PERCURSO LIVREMENTE.

5º passo - *Coloque a ferramenta em posição de corte (figs. 4, 5 e 6).*

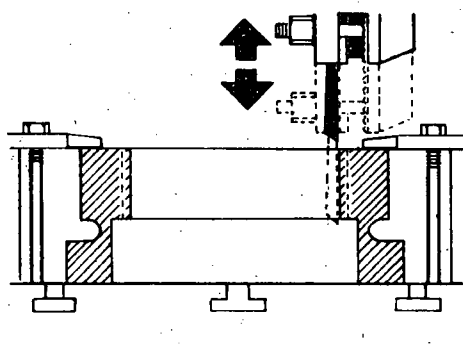


Fig. 4

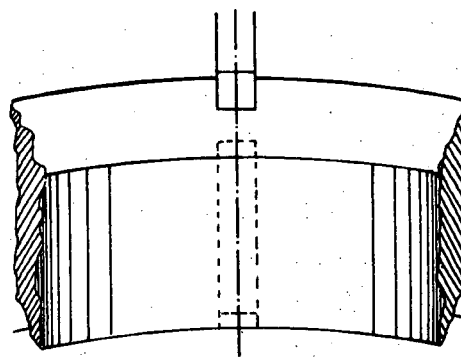


Fig. 5

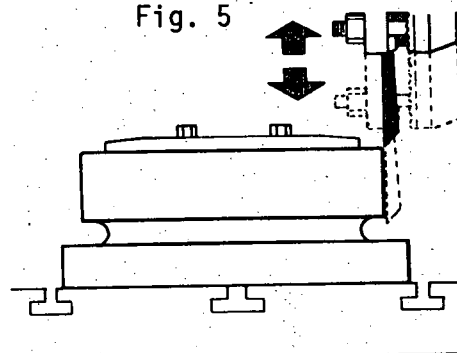


Fig. 6



6º passo - *Selecione e regule a rpm para obter o número de golpes por minuto.*

7º passo - *Desbaste a ranhura.*

- a Ponha a máquina em funcionamento e faça contato da ferramenta com a superfície que se vai usinar.
- b Tome referência no anel graduado.
- c Penetre lentamente, com avanço manual, até a profundidade.
- d Dê tantos passes quantos sejam necessários, deixando sobre-
medida para o acabamento.

OBSERVAÇÃO

Em casos de ranhuras largas, use uma ferramenta mais estreita e desloque a peça lateralmente para obter a medida desejada.

8º passo - *Termine a ranhura.*

- a Troque a ferramenta.

OBSERVAÇÃO

Troque ou afie a mesma ferramenta, cada vez que seja necessário.

- b Repita o 7º passo, até conseguir as dimensões finais.
- c Faça a verificação.

Consiste em fresar, geralmente com avanço manual, superfícies periféricas, seguindo um traçado previamente feito no material. Tem aplicação na fresagem de superfícies, cuja trajetória não pode ser produzida por outros processos, como o caso de certas peças (fig. 1). Para efetuar este tipo de fresagem podem-se usar como acessórios o cabeçote universal ou o aparelho contornador.

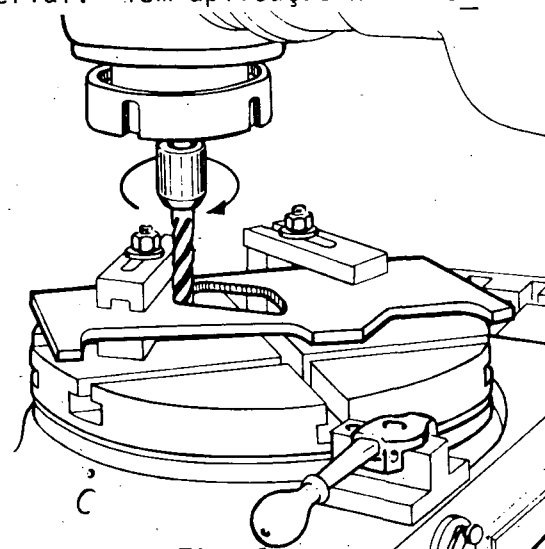


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo- Monte o material.

OBSERVAÇÃO

1) Ao montar o material, verifique se os deslocamentos a serem feitos, permitem a fresagem de todo o contorno desejado.

2º passo- Centre o material, usando como referência o traçado e os centros existentes no próprio material (fig. 2).

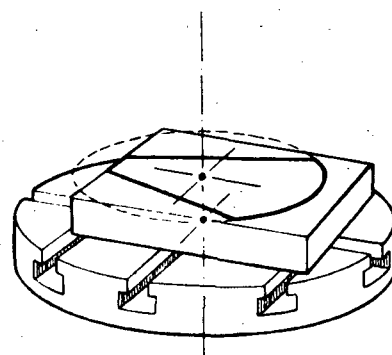


Fig. 2

3º passo - Selecione e monte a ferramenta.

4º passo - Desbaste o material, aproximando o corte do contorno traçado (fig. 3).

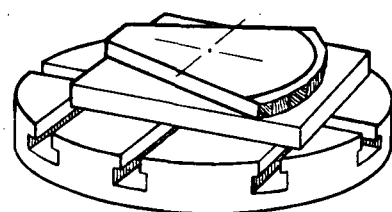


Fig. 3

5º passo - *Prepare o corte* para obter a forma final.

- a Posicione o eixo da fresa nos pontos que determinam a trajetória do traçado (fig. 4).

OBSERVAÇÃO

Ao posicionar a fresa, observe os movimentos independentes que pode ter o material.

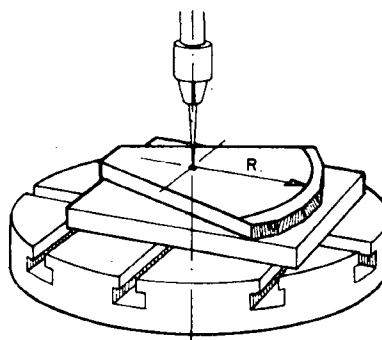


Fig. 4

- b Tome referência no anel graduado para iniciar o corte.

- c Verifique se o deslocamento da peça, em relação com o eixo da fresa, coincide com a trajetória do traçado (fig. 5).

6º passo - *Frese a forma definitiva.*

- a Dê a profundidade de corte.
- b Frese, seguindo o contorno traçado.
- c Controle as medidas e as formas.

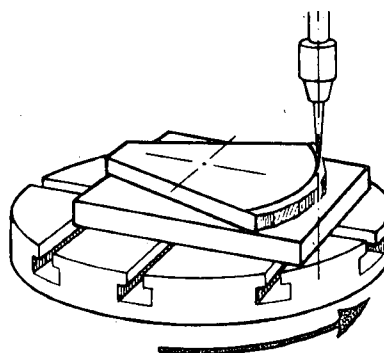


Fig. 5

OBSERVAÇÃO

Para verificar a forma do contorno, use os instrumentos de controle mais convenientes (padrões, gabaritos), segundo o tipo de peça e precisão (fig. 6).

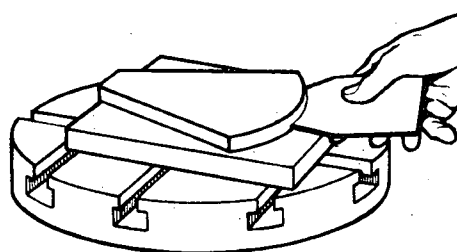


Fig. 6



d Dê tantos passes e verifique tantas vezes quantas sejam necessárias, até obter a forma definitiva.

NOTA

Quando se tratar de perfis complexos, é, as vezes, conveniente fazer sucessivas montagens. Em cada caso, deve-se fazer coincidir o centro da curva que se quer gerar com o centro de rotação da mesa circular (fig. 7, pontos A, B e C) e fresá-los, independentemente, como uma curva simples, procurando uma concordância correta entre eles.

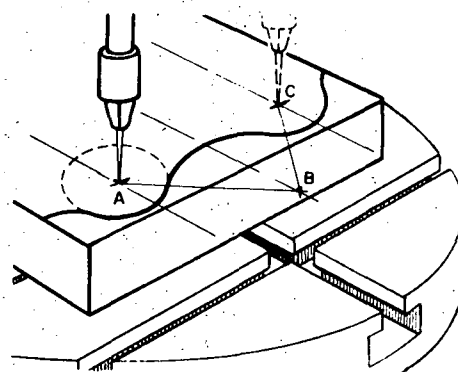


Fig. 7

É fazer uma fresagem que permita obter essas superfícies, seja por reprodução do perfil da fresa (fig. 1), ou como resultado da combinação do movimento de corte com outros movimentos adicionais do material e da ferramenta. Esta operação é aplicada na construção de moldes, e também como complemento de outras operações, fundamentalmente as de fresar contornos.

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e alinhe o material.

OBSERVAÇÃO

Em casos que sejam necessários movimentos adicionais do material para a geração da superfície, deve-se prever o acesso - rio adequado.

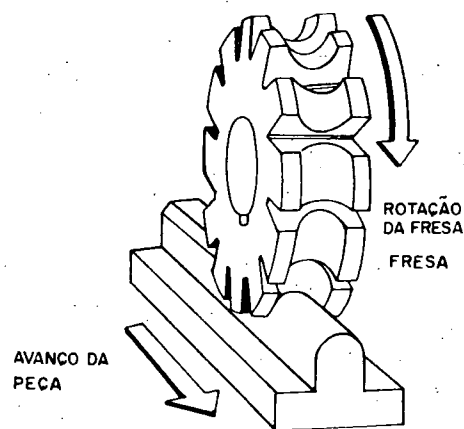


Fig. 1

2º passo - Desbaste, aproximando o corte do perfil final.

CASO I - REPRODUZINDO O PERFIL DA FERRAMENTA.

a Faça uma primeira aproximação com sucessivos cortes planos (figs. 2 e 3).

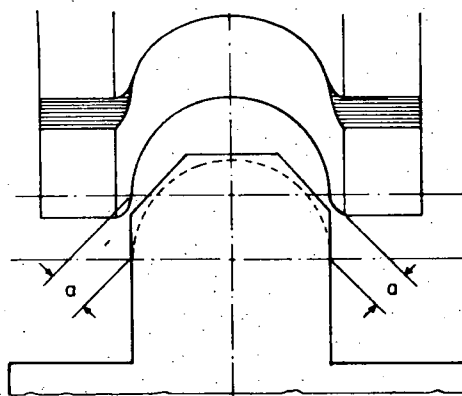


Fig. 2

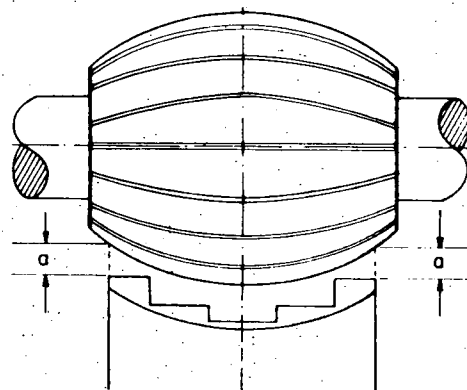


Fig. 3

b Substitua a fresa pela fresa de forma, e posicione-a de maneira que seu perfil fique centrado com o que deve ter a superfície (figs. 2 e 3).

c Dê passes com a fresa de forma até perfilar o material.

- d Verifique, com gabarito ou outro instrumento, se está procedendo de forma correta (fig. 4 - A e B).

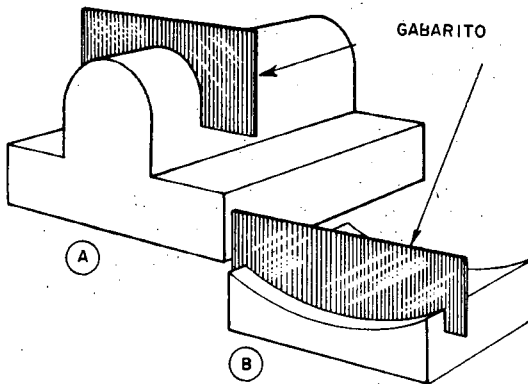


Fig. 4

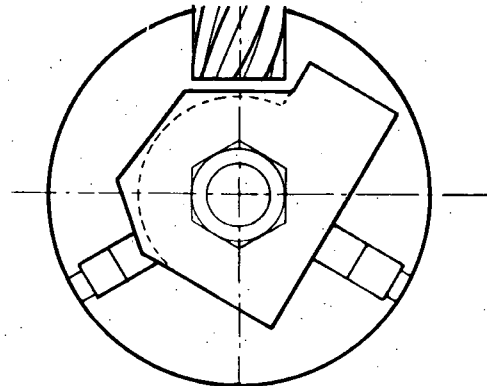


Fig. 5

CASO II - FRESAGEM DE SUPERFÍCIE CILÍNDRICA COM O CABEÇOTE DIVISOR

- a Faça uma primeira aproximação com cortes planos (fig. 5).
b Posicione a fresa, faça contato na parte mais saliente e tome referência no anel graduado.
c Dê um passe, girando a peça, em forma lenta e uniforme, com a manivela do cabeçote divisor.

OBSERVAÇÃO

Quando a superfície a fresar é mais larga que o diâmetro da fresa, traslade a fresa e dê tantos passes quantos sejam necessários (fig. 6).

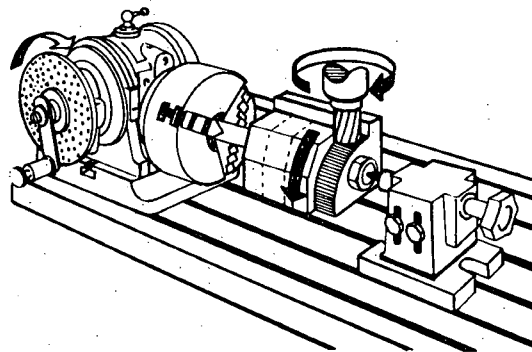


Fig. 6

- d Verifique com o calibre de raio ou gabarito.

NOTA

Em ambos os casos, durante o corte, utilize refrigerante adequado.

3º passo - Termine a fresagem.

- a Dê a profundidade de corte para alcançar o perfil final.
b Dê os passes que correspondam.

4º passo - Faça a verificação final.

É produzir, em um material, ranhuras cuja trajetória corresponda a uma circunferência ou a um arco de circunferência.

Esta operação é aplicada na construção de assentos de anéis de pressão, assentos de esferas, ranhuras para bases giratórias de acessórios e órgãos de máquinas (figs. 1 e 2), quando por razões de dimensão, forma ou quantidade de peças é inconveniente fazê-la em outra máquina-ferramenta.

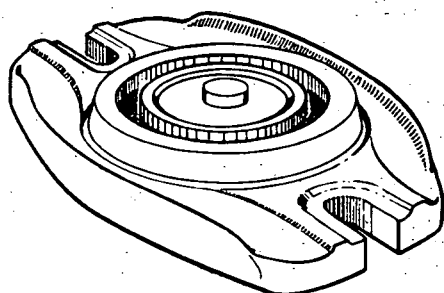


Fig. 1

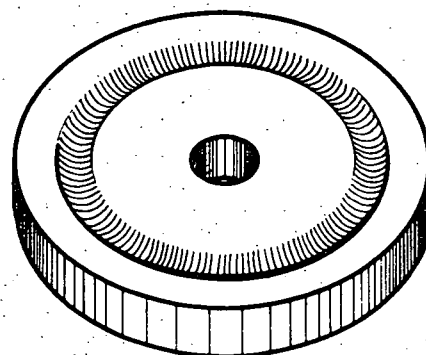


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Monte e posicione o acessório, para dar movimento circular ao material.*

OBSERVAÇÃO

Segundo o caso, pode-se usar o cabeçote divisor ou a mesa circular.

2º passo - *Centre o eixo do divisor com o eixo da fresa.*

OBSERVAÇÃO

De acôrdo com a precisão requerida na peça, use pontos de centragem (fig. 3) ou verificador de quadrantes com um cilindro padrão (fig. 4).

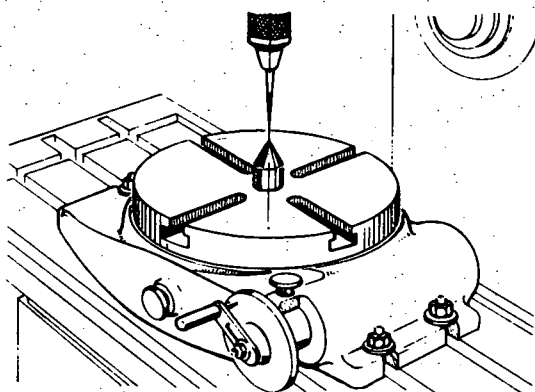


Fig. 3

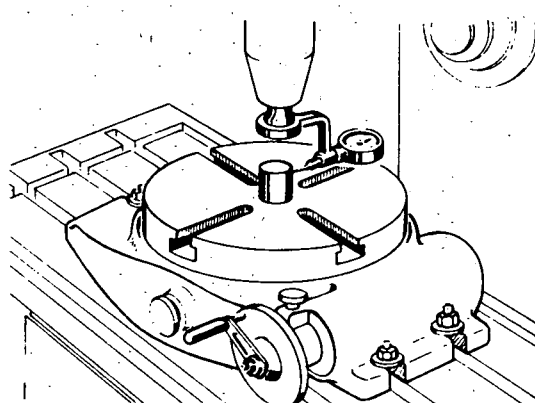


Fig. 4

39 passo - *Monte, centre e alinhe a peça*, de maneira que o centro da circunferência ou do arco, coincida com o eixo do acessório utilizado.

49 passo - *Selecione e monte a ferramenta*.

59 passo - *Prepare o corte inicial*.

- a Tome referência no anel graduado da mesa.
- b Desloque a mesa uma distância igual ao raio médio da ranhura (fig. 5).

OBSERVAÇÃO

Fixe os movimentos longitudinal e transversal da mesa.

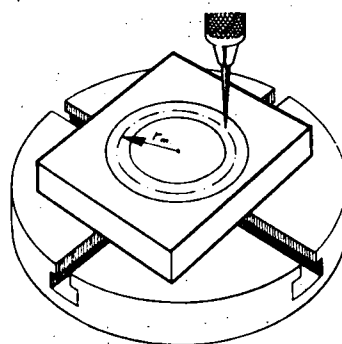


Fig. 5

- c Selecione a rpm.
- d Faça tocar a ferramenta, em movimento, com a peça.
- e Tome referência no anel graduado referente ao movimento vertical.
- f Fixe o movimento vertical.

69 passo - *Verifique a trajetória circunferencial do corte*.

- a Retire o pino retrátil do furo do disco.
- b Desaperte o parafuso de fixação do divisor.
- c Ponha a máquina em funcionamento.
- d Acione a manivela do divisor, fresando um arco de circunferência parcial.
- e Pare a máquina e afaste a ferramenta.
- f Verifique o raio do arco fresado e sua trajetória.

PRECAUÇÃO

ENQUANTO ESTIVER MEDINDO A PEÇA, MANTENHA A FERRAMENTA BEM AFASTADA DO MATERIAL, PARA EVITAR SE FERIR.



7º passo - *Dê o corte.*

a Dê a profundidade de corte.

OBSERVAÇÃO

Em caso de ranhuras que sejam arcos de circunferência, é conveniente fazer furos nos extremos do arco (fig. 6), para facilitar a penetração e saída da ferramenta.

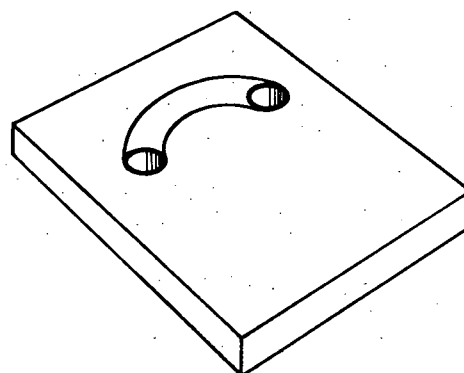


Fig. 6

b Fixe o movimento vertical.

c Acione a manivela do divisor e complete o percurso da ranhura.

OBSERVAÇÃO

Para girar a peça, acione a manivela do divisor ou da mesa circular, de forma lenta e uniforme, a fim de obter um avanço contínuo.

d Verifique as dimensões da ranhura.

e Dê outros passes até obter as medidas definitivas da ranhura.

Consiste em produzir ranhuras retas regularmente distribuídas sobre a superfície lateral do cilindro, com direções paralelas a seu eixo (fig. 1). Esta operação é feita com fresas especiais, de tal forma que o material entre duas ranhuras consecutivas constitua o dente da roda dentada.

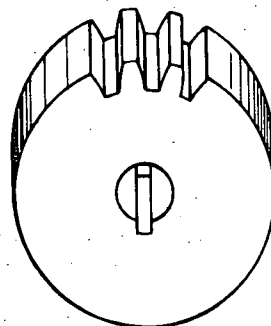


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e prepare o cabeçote divisor.

2º passo - Monte o material.

OBSERVAÇÃO

Verifique previamente as dimensões do material.

3º passo - Verifique a centragem do material.

a Apóie o apalpador do verificador de quadrante sobre a superfície lateral do cilindro, em direção radial (fig. 2).

b Observe a posição do ponteiro e tome a referência.

c Gire o material uma volta completa e observe o deslocamento do ponteiro.

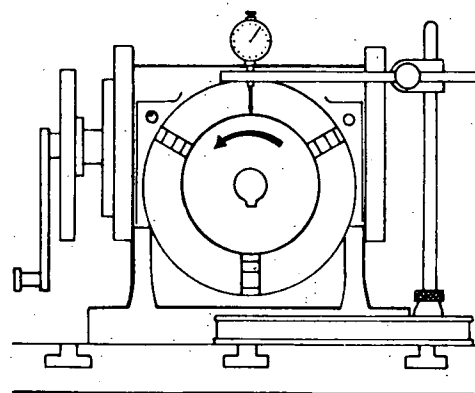


Fig. 2

OBSERVAÇÕES

1) Se a excentricidade for maior que a tolerância, devem-se fazer as correções pertinentes.

2) Pode-se também fazer a verificação com o graminho, observando-se, durante o giro, a luz entre a superfície e a ponta da agulha.

4º passo - Monte a fresa.

OBSERVAÇÃO

A fresa deve corresponder ao módulo e ao número de dentes a construir.

5º passo - Posicione a fresa em um plano que corresponda ao eixo da roda (caso do plano vertical).

a Trace sobre a superfície lateral do material uma geratriz (1), deslizando o graminho sobre a mesa da fresadora (fig. 3a).

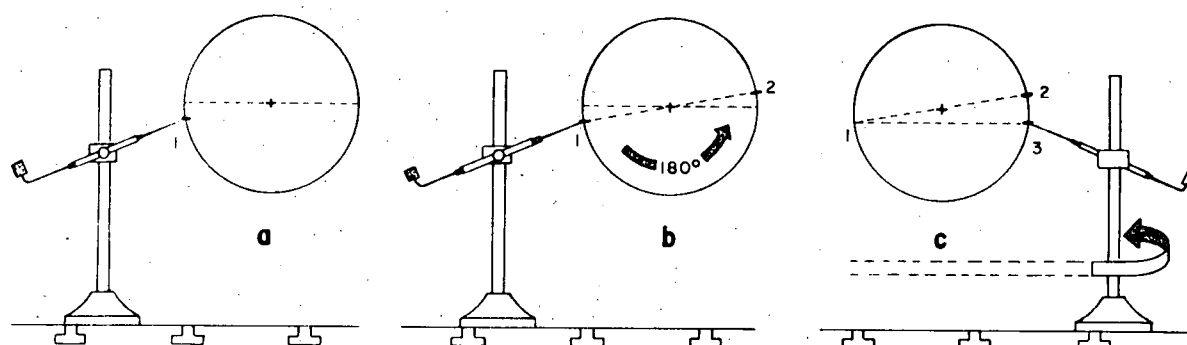


Fig. 3

OBSERVAÇÕES

- 1) A ponta da agulha do graminho deve ficar a um ou dois milímetros acima ou abaixo do eixo da roda a fresar.
- 2) O pino retrátil da manivela do divisor deve ficar no furo que se considera o início das divisões.

b Gire o material meia volta (180°), de forma que a geratriz traçada passe para a posição (2) (fig. 3b).

c Translade o graminho, conservando a altura inicial, e trace a geratriz (3) (fig. 3c).

d Gire o material um quarto de volta (90°) no mesmo sentido que o giro anterior.

e Posicione a fresa entre essas duas geratrizes e faça contato no material com a fresa em movimento.

f Tome referência no anel graduado referente ao movimento vertical.



6º passo - *Prepare a máquina.*

- a Regule as velocidades de rotação da fresa (rpm) e o avanço do material.
- b Situe e fixe os limitadores do avanço automático.
- c Posicione a manivela e o compasso sobre o disco, na posição inicial.
- d Dê a profundidade de corte com a fresa fora do material.

OBSERVAÇÃO

Segundo o módulo e o material a cortar, poderão ser necessários um ou mais passes para a profundidade total da ranhura.

7º passo - *Faça a primeira ranhura.*

- a Inicie o corte manualmente.
- b Ligue o movimento automático e complete o passe.

8º passo - *Gire o material para cortar a ranhura seguinte.*

9º passo - *Faça todas as ranhuras, repetindo o 7º e 8º passos.*

OBSERVAÇÃO

Nos casos de serem necessários vários passes, volte a fresar as ranhuras até alcançar a profundidade total.

10º passo - *Meça o primeiro dente terminado, com calibre especial, para verificar suas dimensões (fig. 4).*

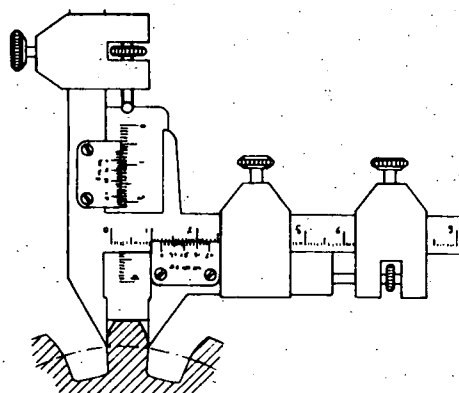


Fig. 4

É situar e fixar o suporte de engrenagens e as engrenagens entre o fuso da mesa da furadora e o cabeçote divisor, ou entre a árvore do cabeçote divisor e o seu eixo secundário (figs. 1 e 2).

A primeira montagem se faz para a fresagem de ranhuras helicoidais e divisões lineares. É aplicada na construção de rodas dentadas, brocas e alargadores helicoidais, cremalheiras e graduação de réguas. A segunda montagem é para fazer divisões pelo sistema diferencial.

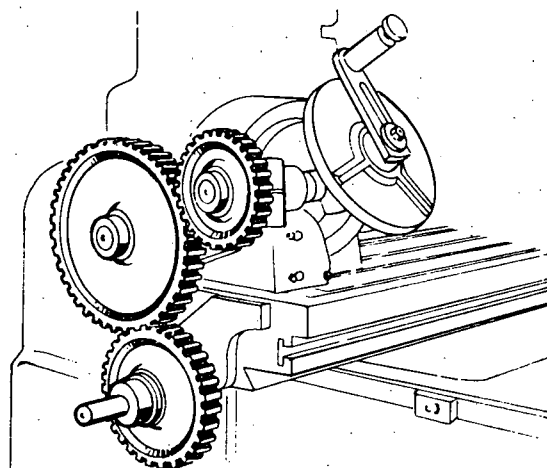


Fig. 1

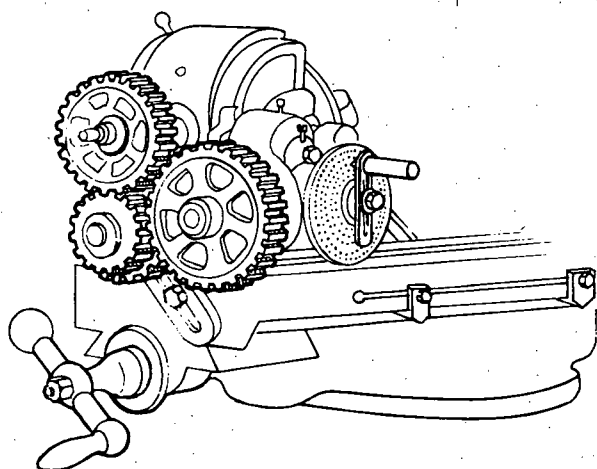


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

- 1º passo - Monte o cabeçote divisor no extremo da mesa da fresadora.
- 2º passo - Selecione as engrenagens previamente calculadas.
- 3º passo - Coloque o suporte sobre seu apoio.

OBSERVAÇÃO

O suporte de engrenagens pode ter seu apoio no cabeçote divisor ou na extremidade da mesa (figs. 3 e 4).

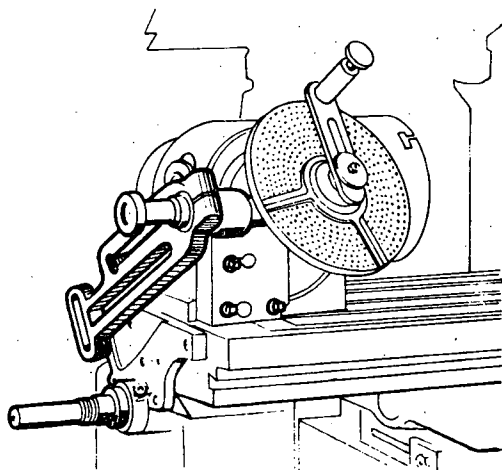


Fig. 3

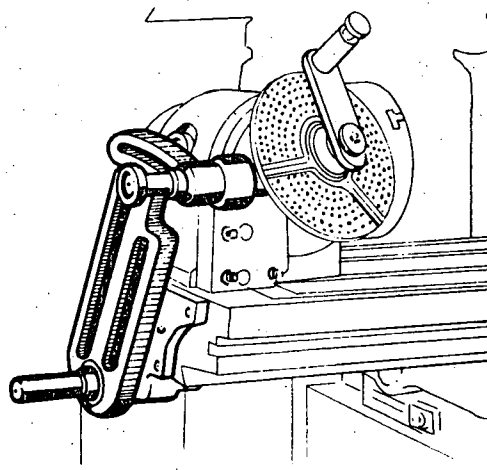


Fig. 4

4º passo - Monte as engrenagens.

CASO I - TREM SIMPLES (fig. 5).

- a Monte as rodas condutora (A) e a conduzida (B) em seus eixos respectivos.
- b Monte o eixo para a roda intermediária.
- c Monte a roda intermediária.

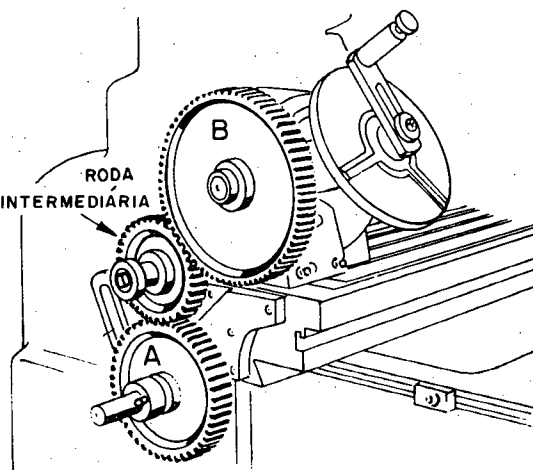


Fig. 5

CASO II - TREM COMPOSTO (fig. 6).

- a Monte as rodas condutora (A) e conduzida (D) em seus eixos respectivos.
- b Monte o eixo intermediário para a primeira roda conduzida e a segunda condutora.
- c Monte as rodas conduzida (B) e condutora (C).

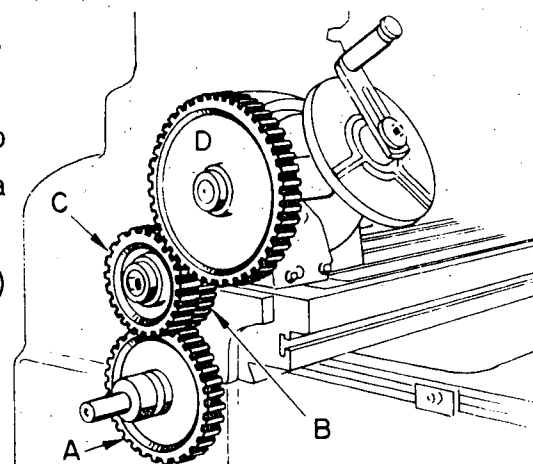


Fig. 6

OBSERVAÇÕES

- 1) Quando se quer inverter o sentido de rotação, é necessário montar uma roda intermediária (fig. 7).
- 2) No caso de um trem de engrenagens com mais de quatro rodas, monta-se mais um eixo intermediário para cada par adicional de rodas condutoras e conduzidas.
- 3) No caso de ficar um espaço entre as rodas, e não se quer inverter o sentido de rotação, montam-se duas rodas intermediárias que engrenem com uma condutora e uma conduzida.

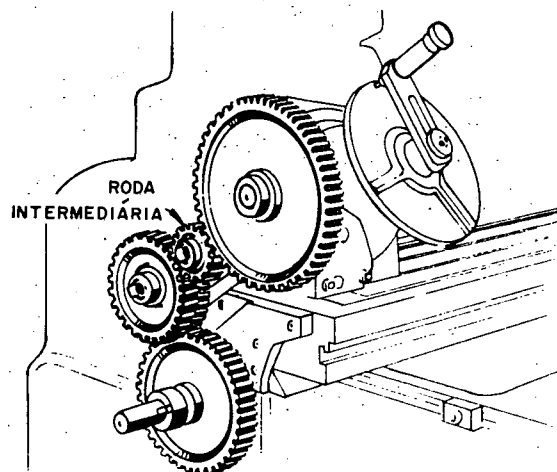


Fig. 7

5º passo - *Ajuste e fixe o trem de engrenagens.*

- a Deslize o primeiro eixo intermediário até conseguir um engrenamento correto (fig.8) e fixe.

OBSERVAÇÕES

- 1) Quando há mais de um eixo intermediário, proceda de igual maneira com cada um, até conseguir que engrenem todas as rodas.
- 2) As rodas devem engrenar em todo comprimento dos dentes, a fim de evitar possível rutura.

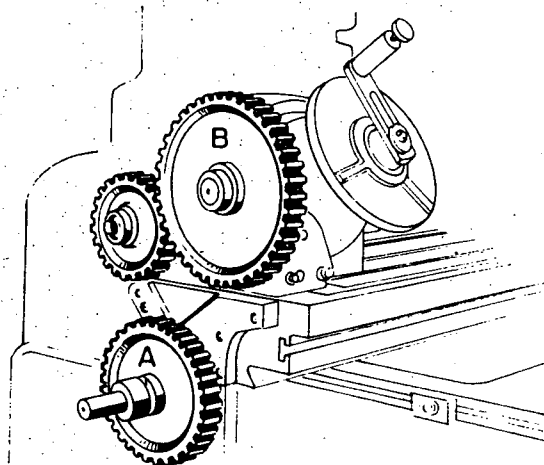


Fig. 8

- b Gire o suporte até conseguir um engrenamento correto entre a última roda e a que está montada fora do suporte.

6º passo - *Fixe suavemente o suporte de engrenagem*

7º passo - *Verifique manualmente por meio das manivelas da mesa ou do cabeçote divisor, se o trem funciona sem dificuldade.*

8º passo - *Fixe o suporte de engrenagem (fig. 9).*

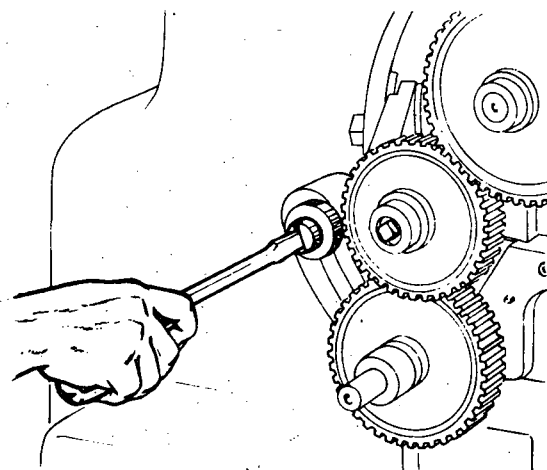


Fig. 9

9º passo - *Lubrifique as buchas e os eixos intermediários.*

PRECAUÇÃO

SE HÁ PROTETOR PARA AS ENGRENAGENS, COLOQUE-O. CASO CONTRÁRIO, UTILIZE UM MEIO DE CHAMAR A ATENÇÃO, PARA EVITAR ACIDENTES.

É fresar ranhuras retas distribuídas uniformemente em uma superfície plana, de modo que os dentes fiquem perpendiculares ao eixo longitudinal da peça (cremalheira de dentes retos, figs. 1 e 2) ou inclinados em relação a esse eixo (cremalheira de dentes inclinados, fig. 3).

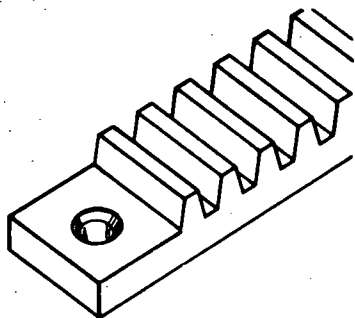


Fig. 1

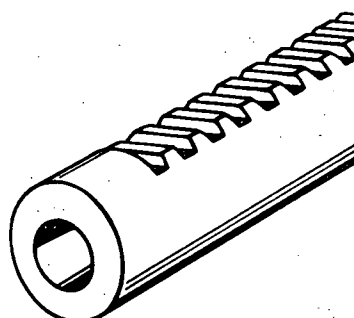


Fig. 2

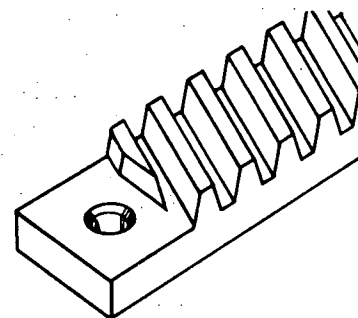


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e prepare o divisor linear (fig. 4).

___a Monte o trem de engrenagens calculado, colocando a roda conduzida no fuso da mesa fresadora.

___b Monte o disco e a manivela.

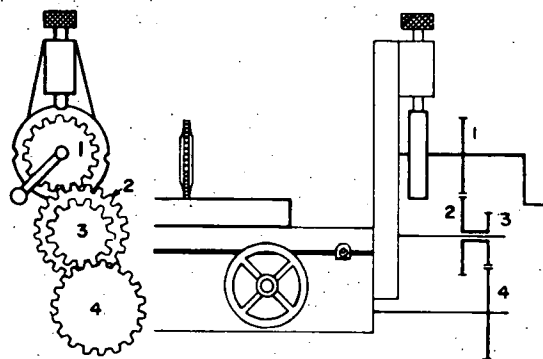


Fig. 4

2º passo - Monte e alinhe a peça

CASO I - CREMALHEIRA DE DENTES RETOS

Fixe a peça de maneira que fique paralela ao eixo longitudinal da mesa fresadora (fig. 5).

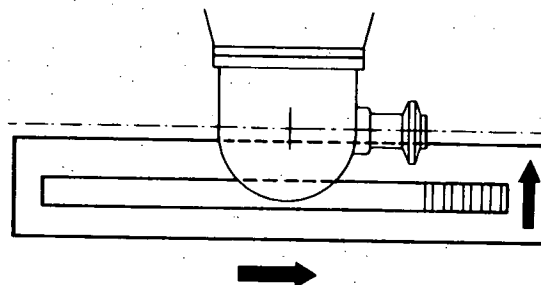


Fig. 5

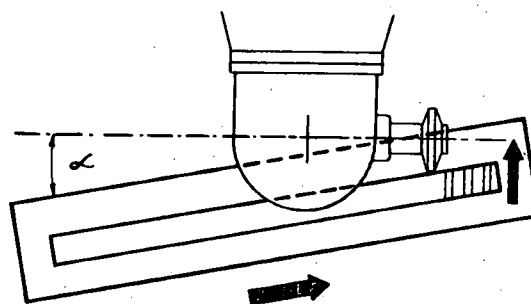
CASO II - CREMALHEIRA DE DENTES INCLINADOS.

Fixe a peça de modo que a direção dos dentes seja paralela ao eixo da árvore da fresadora.

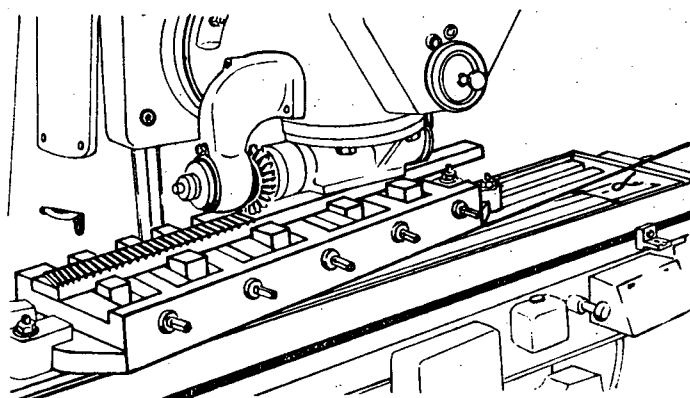
OBSERVAÇÕES

Para este caso a peça pode ser feita com a mesa inclinada ou sem inclinação.

- 1) Quando se faz a cremalheira inclinando a mesa, a peça deve ser montada paralela ao eixo longitudinal da mesa, a qual se gira em um ângulo igual ao dos dentes da cremalheira (fig.6), observando-se a correção a ser feita no passo.


Fig. 6

- 2) Quando não se inclina a mesa, a peça pode ser montada diretamente sobre a mesa ou sobre um gabarito, de maneira que sua inclinação em relação ao eixo longitudinal da mesa corresponda à inclinação do dente da cremalheira (fig. 7).


Fig. 7

3º passo - Verifique o alinhamento e nivelamento da peça.

4º passo - Monte o cabeçote para fresar cremalheira.



OBSERVAÇÃO

Em caso de não dispor deste acessório, use o cabeçote universal, inclinando-o segundo o ângulo de montagem da fresa de perfil assimétrico (fig. 8).

5º passo - *Selecione e monte a fresa.*

6º passo - *Prepare para o corte.*

- a Selecione e regule a rpm e o avanço.
- b Coloque a peça na posição da primeira ranhura.
- c Coloque a manivela e o pino retrátil na posição inicial da divisão.
- d Ponha a máquina em funcionamento.
- e Toque o material com a ferramenta em movimento e tome referência no anel graduado.
- f Pare a máquina e afaste a peça da ferramenta.

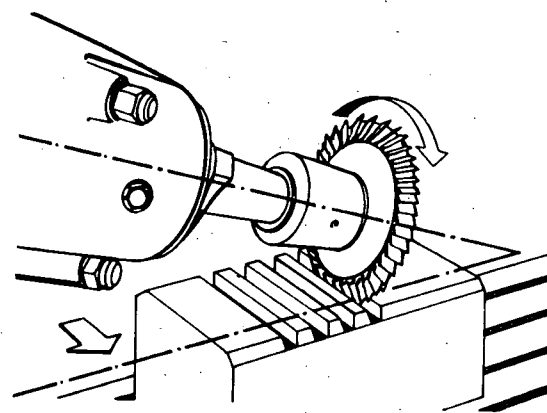


Fig. 8

PRECAUÇÃO

AFASTE A PEÇA DA FERRAMENTA DE UMA DISTANCIA SUFICIENTE PARA MEDIR, A FIM DE EVITAR ACIDENTES.

- g Verifique a medida "L" (fig. 9).

7º passo - *Faça a primeira ranhura.*

- a Dê a profundidade de corte com a fresa fora da peça.

OBSERVAÇÃO

Segundo as dimensões dos dentes e o tipo de material, a ranhura poderá ser feita em um ou em vários passes.

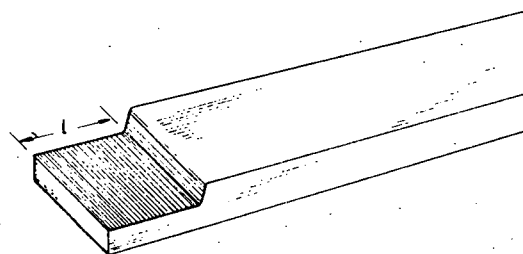


Fig. 9

- b Fixe o movimento vertical.
- c Inicie o corte manualmente.
- d Complete o passe com avanço automático.



__e Pare a máquina e afaste a peça da ferramenta.

__f Controle a profundidade da ranhura

8º passo - *Faça a segunda ranhura e repita as indicações "c" e "d" do passo anterior.*

9º passo - *Verifique as dimensões do dente obtido.*

10º passo - *Continue fazendo ranhuras até completar a cremalheira.*

NOTA:

Caso a fresadora não disponha de divisor linear, as divisões da cremalheira podem ser feitas:

- acoplando o cabeçote divisor ao fuso da mesa, com engrenagens ou
- controlando o deslocamento longitudinal da mesa diretamente com o anel graduado.

Consiste em fazer traços sobre o material para determinar as divisões de uma graduação (figs. 1 e 2).

Esta operação pode ser feita sobre superfícies convexas, como nos anéis graduados das máquinas e bases de morsa giratória, ou sobre superfícies planas, como em réguas graduadas.

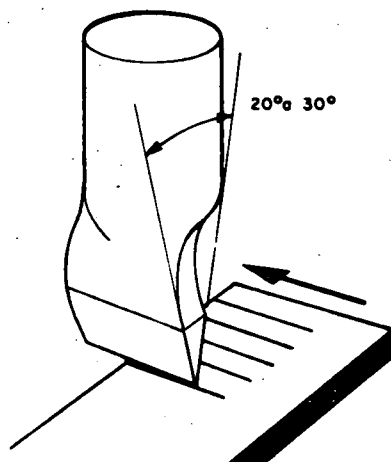


Fig. 1

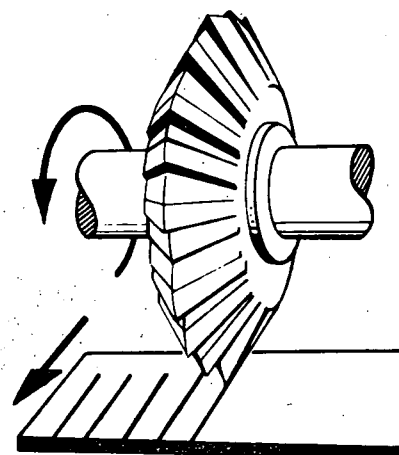


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o material.

OBSERVAÇÃO

Para superfícies convexas, utiliza-se o cabeçote divisor ou a mesa circular. Para superfícies planas, monta-se diretamente sobre a mesa ou através de um acessório.

2º passo - Verifique a centragem ou o alinhamento do material para que os traços tenham a mesma profundidade e fiquem uniformes (fig. 3).

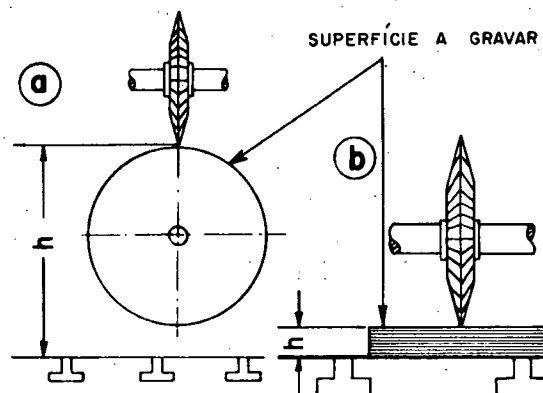


Fig. 3



3º passo - Monte a ferramenta, de maneira que fique perpendicular à superfície a gravar.

OBSERVAÇÃO

Quando o traço é muito fino, utiliza-se uma ferramenta de ponta única (fig. 1); se o traço é profundo, emprega-se uma fresa angular bicônica (fig. 2).

4º passo - Prepare para gravar.

- ___a Situe a ferramenta em frente à posição inicial da graduação.
- ___b Tome referência no anel graduado referente ao movimento que vai deslocar a mesa, para limitar o comprimento do traço.
- ___c Dê a profundidade de corte.

OBSERVAÇÕES

- 1) Quando se grava com ferramenta de ponta única, a máquina deve permanecer parada e só se desloca o material.
- 2) Quando se grava com a fresa, esta deve girar com a rpm adequada.
- 3) Se necessário, ensaie alguns traços sobre um material similar ao que se vai gravar para determinar a profundidade.

5º passo - Faça o primeiro traço.

- ___a Avance o material até dar ao traço o comprimento antes determinado.
- ___b Recue o material, afastando-o da ferramenta.

6º passo - Faça a divisão para gravar o traço seguinte.



OBSERVAÇÃO

Nas superfícies convexas, gira-se o material de acordo com as divisões previstas.

Nas superfícies planas, traslada-se a mesa uma distancia igual à medida entre dois traços. Estas traslações podem ser controladas com o anel graduado ou com o divisor linear.

7º passo - *Grave o traço seguinte.*

8º passo - *Verifique a divisão compreendida entre os dois traços feitos, com um instrumento adequado.*

9º passo - *Volte a dividir e traçar, tantas vezes quantas sejam necessárias, até completar a graduação, repetindo o 6º e 7º passos.*



É efetuar divisões com o cabeçote-divisor, preparado para que, ao girar a ma nivela, o disco faça um giro suplementar (fig. 1).

Esta operação é empregada para obter na peça um número de divisões que não se pode conseguir pelo método de divisão indireta.

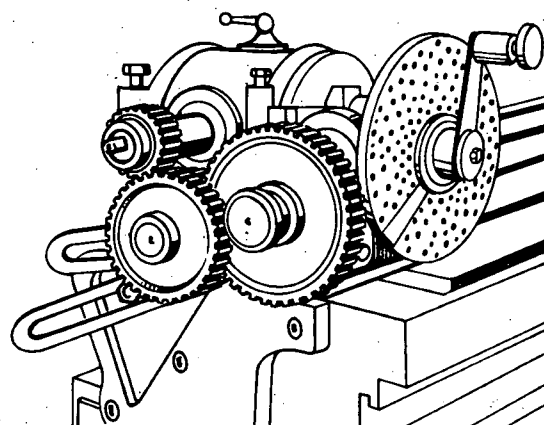


Fig. 1

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o cabeçote divisor.

2º passo - Prepare o cabeçote divisor para efetuar a divisão indireta, já determinada no cálculo.

3º passo - Solte o disco, para que possa girar livremente sobre o eixo da ma nivela (fig. 2).

4º passo - Monte o prolongamento do eixo principal do cabeçote-divisor em sua parte posterior (fig. 3).

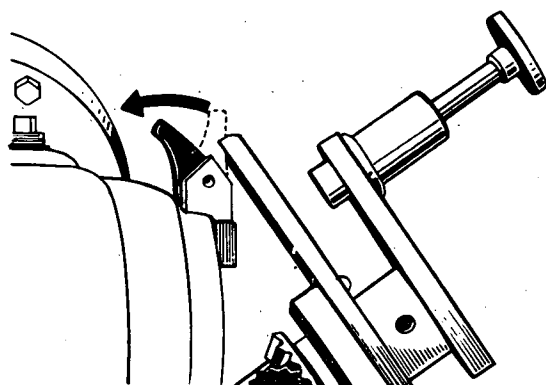


Fig. 2

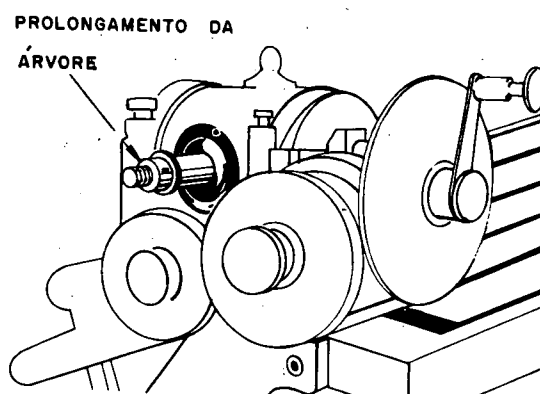


Fig. 3





OBSERVAÇÃO

Em alguns cabeçotes, este prolongamento se introduz no furo do ei
xo principal e se acopla com uma chaveta de arraste. Em outros,
monta-se roscada no eixo principal.

5º passo - *Monte o suporte de engrenagens e o trem de engrenagens calculado.*

OBSERVAÇÕES

1) Neste trem o eixo condutor é o prolongamento do eixo principal
do cabeçote-divisor e o conduzido é seu eixo secundário.

2) O número de rodas intermediárias é determinado pelo giro que
deve fazer o disco em relação ao da manivela, quando se faz a
divisão.

6º passo - *Monte a peça.*

7º passo - *Monte e alinhe a ferramenta em relação ao material e de acordo
com o trabalho que se vai executar.*

8º passo - *Ponha a manivela e o setor do divisor na posição para fazer a pri
meira divisão.*

9º passo - *Faça o corte ou o traçado, segundo o trabalho a realizar.*

10º passo - *Faça a primeira divisão, girando a manivela até onde indica a aber
tura do setor, como se tratasse de dividir pelo método indireto.*

OBSERVAÇÃO

Uma vez que o disco também gira, deve prever-se que o setor não
deslize saindo da posição.

NOTA

Repete-se o 9º e 10º passos, tantas vezes como o número de divi
sões a fazer.

É construir dentes com flancos paralelos, concorrentes ou inclinados, fresando ranhuras sobre a superfície frontal da peça.

Esta operação é feita na construção de acoplamentos axiais (como nos volantes da fresadora), de fresas e das rodas para trinquetes (catracas) (figs. 1 2 e 3).

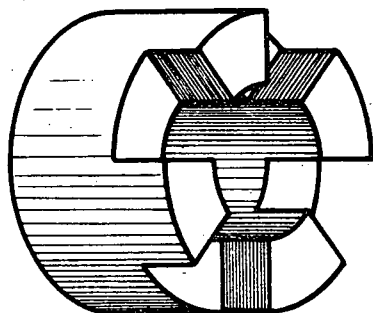


Fig. 1



Fig. 2

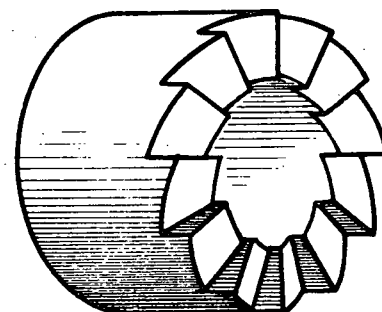


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e prepare o cabeçote divisor.

a Prepare para fazer um número de divisões (N) igual ao número de dentes.

b Fixe o eixo principal do cabeçote-divisor, com a inclinação de acordo com a forma de trabalhar (fig. 4).

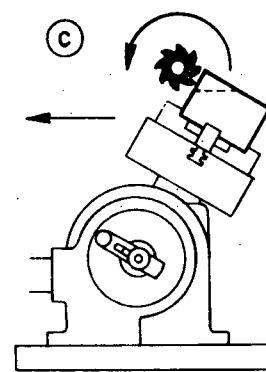
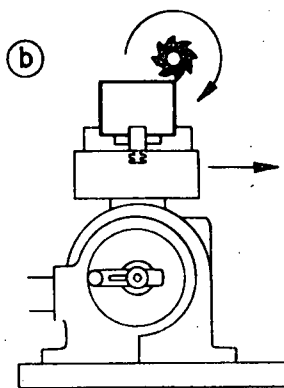
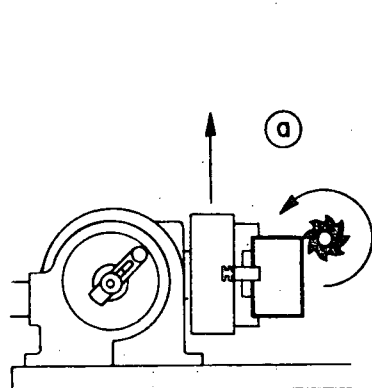


Fig. 4

2º passo - Monte e alinhe o material.

3º passo - Monte a fresa.

OBSERVAÇÃO

A fresa deve ser selecionada de acordo com a forma e espessura do dente (fig. 5). Também se deve escolher um diâmetro tal, que não chegue a cortar material do lado oposto.

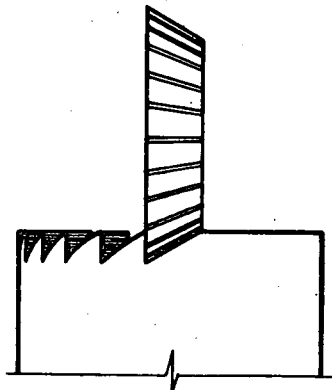


Fig. 5

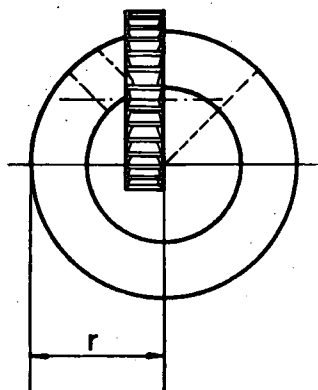


Fig. 6

4º passo - *Posicione a fresa*, de maneira que a face que vai produzir o flanco do dente fique sobre o diâmetro da peça que coincide com a traslação (fig. 6).

OBSERVAÇÃO

Quando se trata de fresar dentes radiais de flancos paralelos, posteriormente se faz uma traslação transversal, igual à metade da espessura do dente (fig. 7).

5º passo - *Prepare para o corte.*

- a Selecione e regule as velocidades de rotação (rpm) e avanço.
- b Fixe os limitadores do avanço automático.
- c Toque o material com a fresa em movimento, e tome referência no anel graduado através do qual se dará a profundidade de corte (figs. 4a e 4b).
- d Dê a profundidade de corte.

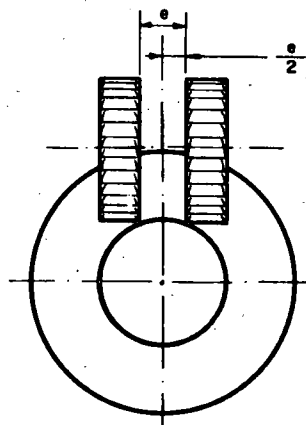


Fig. 7



6º passo - *Frese um flanco.*

- a Inicie o passe manualmente.
- b Complete o passe com avanço automático.

OBSERVAÇÕES

1) Para construir o flanco do mesmo lado da outra ranhura, gira-se a peça fazendo uma divisão igual a $\frac{1}{N}$ (fig. 8).

2) Alguns tipos de dentes, como os da fig. 3, podem completar-se com este passo.

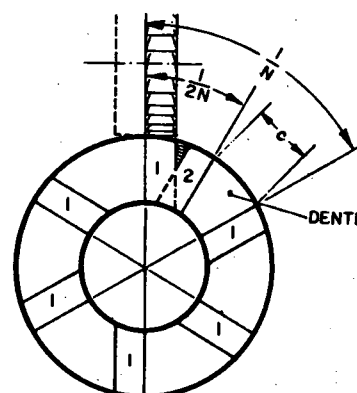


Fig. 8

7º passo - *Faça o outro flanco.*

- a Traslade transversalmente a peça de uma distancia igual à espessura da fresa, de maneira que a outra face desta coincida com o último flanco feito.

OBSERVAÇÃO

Nos casos de dentes radiais com flancos paralelos, a traslação transversal é igual à espessura do dente mais a espessura da fresa (fig. 7).

- b Faça uma divisão igual a $\frac{1}{2N}$ (fig. 8).

OBSERVAÇÃO

Para os dentes de flancos paralelos a divisão é igual a $\frac{1}{N}$.

- c Dê o passe.

8º passo - *Verifique o dente obtido.*

OBSERVAÇÃO

Uma verificação importante e simples é medir a corda (c) na circunferência externa (fig. 8).



9º passo - *Termine os dentes*; repita as indicações b e c do 7º passo, tantas vezes quantas sejam necessárias.

10º passo - *Termine as ranhuras*, retirando o material que pode ficar entre os dois cortes (área hachurada na figura 8).

a Gire a peça ($\frac{1}{4N}$) em sentido contrário.

b Traslade transversalmente a peça de uma medida igual à metade da espessura da fresa, até colocá-la centrada sobre o diâmetro que coincide com a traslação da peça.

c Dê o passe.

d Repita as indicações a, b e c para cada ranhura.

É produzir sobre a superfície lateral de um material cilíndrico ranhuras de trajetória helicoidal (fig. 1).

Obtêm-se as ranhuras ou dentes helicoidais, fazendo-se com que, simultaneamente aos movimentos de corte, o material montado no cabeçote divisor gire sincronizado com o avanço longitudinal da mesa, através de um trem de engrenagem previamente calculado.

É utilizada para fresar brocas, alargadores e rodas de dentes helicoidais (figuras 2 e 3)

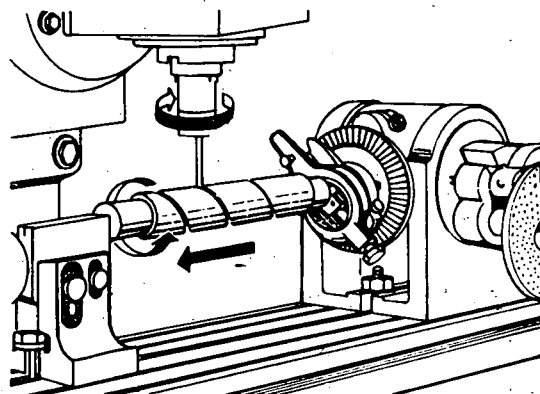


Fig. 1



Fig. 2

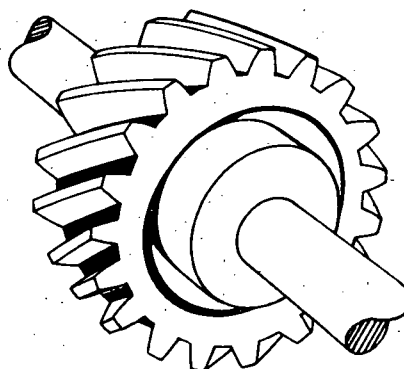


Fig. 3

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Prepare o cabeçote divisor para dividir e coloque-o no extremo da mesa fresadora sem fixá-lo.*

2º passo - *Monte o suporte de engrenagens e o trem de engrenagens calculado (fig. 4).*

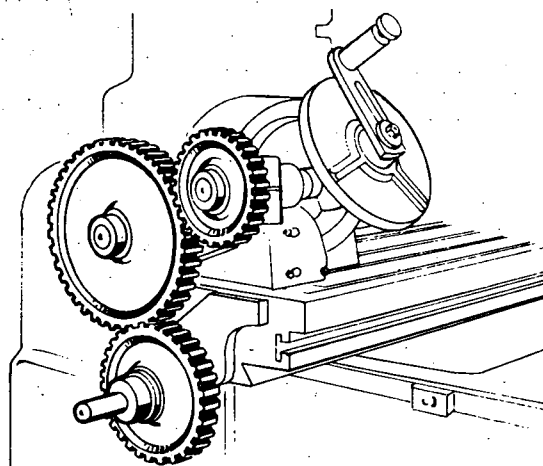


Fig. 4

OBSERVAÇÕES

1) Neste trem de engrenagens o eixo condutor é o fuso da mesa e o conduzido é o eixo secundário do cabeçote-divisor.

2) O número de rodas intermediárias estará de acordo com o sentido de rotação necessário no material e com as necessidades da montagem.

3º passo - *Solte o disco do cabeçote divisor e deixe o pino retrátil da manivela introduzido em um furo.*

4º passo - *Fixe o cabeçote-divisor e o suporte de engrenagens.*

5º passo - *Monte o material.*

6º passo - *Monte a fresa.*

7º passo - *Posicione a fresa com relação ao material.*

a Centre a fresa colocando-a tangencialmente ao material, em um plano que contenha o eixo do material, da mesma forma que foi feita para as engrenagens cilíndricas de dentes retos e tome referência no anel graduado.

b Gire a mesa ou o cabeçote universal, de maneira que ao avançar o material a fresa penetre cortando a hélice (figs. 5 e 6).

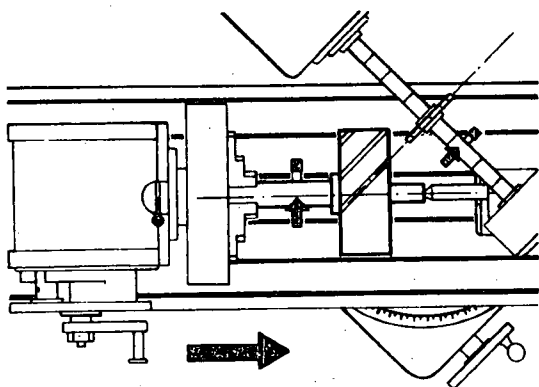


Fig. 5

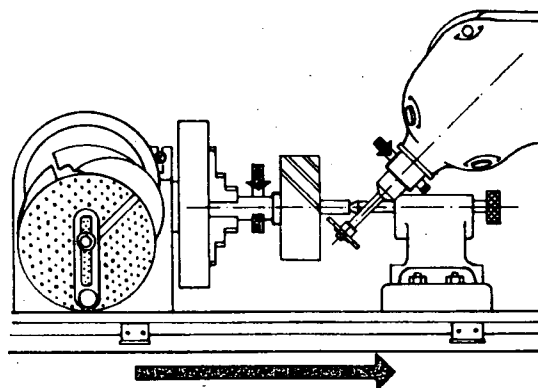


Fig. 6



__c Retroceda a mesa para que o material se afaste da fresa.

8º passo - *Prepare para o corte.*

__a Selecione e regule as velocidades de avanço e rpm.

OBSERVAÇÃO

Nestes casos escolhem-se avanços lentos e se o passo da hlice fôr muito grande (maior que 1000mm ou muito pequeno (menor que 20mm,) comprove manualmente o esforço necessário para movê-lo. Se necessário, dê o passe manualmente para não forçar o mecanismo automático.

__b Dê a profundidade de corte.

OBSERVAÇÃO

A profundidade de corte deve ser de acordo com a fresa e com o material.

__c Situe e fixe os limitadores do avanço automático.

__d Verifique se o pino retrátil está bem introduzido no furo do disco e coloque o setor na posição correta.

9º passo - *Frese a primeira ranhura.*

__a Ponha a máquina em funcionamento e inicie o corte manualmente.

OBSERVAÇÃO

Se necessário, use refrigerante adequado.

__b Termine a ranhura com avanço automático.

PRECAUÇÃO

ANTES DE PÔR EM FUNCIONAMENTO O AVANÇO AUTOMÁTICO PROTEJA AS ENGRENAGENS.

__c Baixe a mesa, para que a fresa fique fora do material.

___d Volte o material à posição inicial.

10º passo - *Verifique as dimensões e a forma da ranhura feita.*

11º passo - *Frese a segunda ranhura.*

___a Dê a profundidade de corte igual a da ranhura anterior.

___b Faça a divisão e repita o 10º passo.

12º passo - *Verifique, nos casos que corresponderem (fig. 7), se o dente determinado pelas ranhuras têm as dimensões e forma desejadas.*

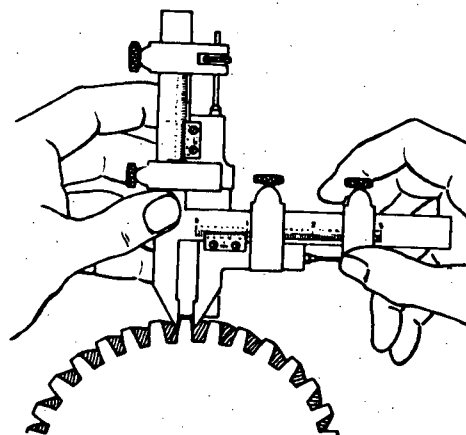
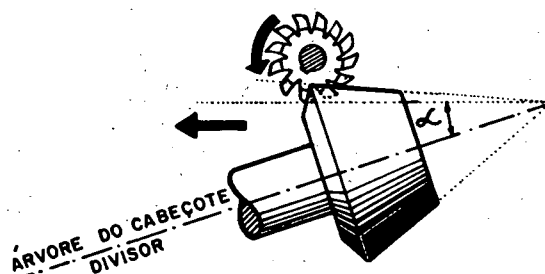


Fig. 7



Consiste em fazer dentes retos, seguindo a geratriz da superfície lateral de um corpo com a forma de tronco de cone, preparado para a roda dentada. Os flancos dos dentes convergem no vértice do cone (fig. 1).

Esta operação se faz na fresadora uni
versal, com três fresas modulares, so
mente para obter uma forma aproximada
do dente, o qual se terminará, poste
riormente, em máquinas especiais (em
forma precisa) ou manualmente.



PROCESSO DE EXECUÇÃO

Fig. 1

1º Passo - *Monte e prepare o cabeçote divisor.*

2º Passo - *Ponha em posição o cabeçote divisor, inclinando-o segundo o ângulo α do cone interno (fundo do dente, fig. 1).*

3º Passo - *Monte a peça.*

4º Passo - *Selecione e monte a fresa para o primeiro corte.*

OBSERVAÇÕES

1) A fresa deve corresponder ao módulo da secção menor do dente (ou ao imediatamente inferior).

2) A fresa deve ser montada com o corte para o vértice do cone.

5º Passo - *Prepare para o corte.*

a Selecione e regule a rpm e avanço.

b Faça contato da fresa com a peça, sobre o diâmetro maior do cone.

c Afaste a peça da fresa até deixá-la totalmente fora da peça.

d Dê a profundidade de corte.



6º Passo - *Dê o corte.*

- a Inicie o corte com avanço manual.
- b Continue o corte com avanço automático.

7º Passo - *Faça a ranhura seguinte.*

- a Retroceda a peça à posição inicial.
- b Faça a divisão.
- c Repita o 6º passo.

OBSERVAÇÃO

Repita o 7º passo até a última ranhura.

8º Passo - *Troque a fresa pela do módulo correspondente à secção (A) (figura 2).*

- a Centre lateralmente a fresa, de maneira que corte igualmente nos dois flancos da ranhura feita.
- b Suba a mesa até que a fresa toque no fundo da ranhura.

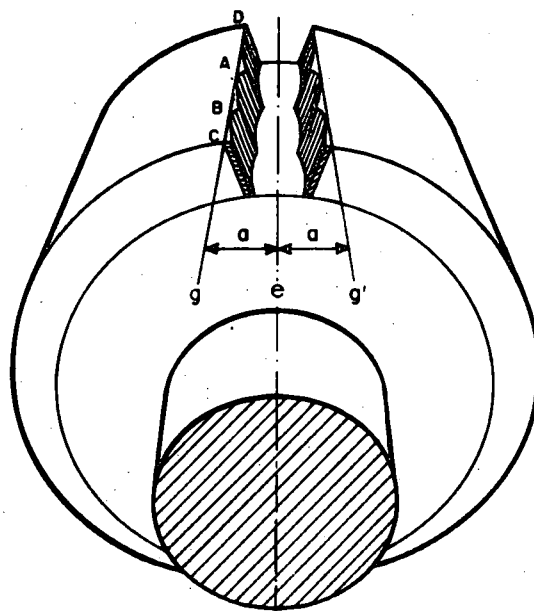


Fig. 2

9º Passo - *Alargue a ranhura desde o ponto C até o ponto A (2/3 do comprimento total do dente).*

10º Passo - *Alargue a ranhura seguinte.*

- a Retroceda o material à posição inicial.
- b Faça a divisão.



c Repita o 9º passo.

OBSERVAÇÃO

Repita o 10º passo tantas vezes quantas sejam necessárias para a largar todas as ranhuras.

11º Passo - *Troque a fresa* pela do módulo correspondente à secção (B) e posi-
cione-a da mesma forma como fez no 8º passo.

12º Passo - *Alargue com esta fresa*, do ponto C até o ponto B (1/3, do compri-
mento total do dente).

13º Passo - *Alargue todas as ranhuras restantes*, fazendo, em cada caso, a di-
visão correspondente e repetindo o 12º passo.

OBSERVAÇÃO

Ao terminar esta operação já se pode dar o retoque à lima, toman-
do como referência os perfis do flanco e das secções (A), (B)
e (D) (fig. 2).

NOTA

Este retoque final dos dentes pode ser feito da seguinte mane-
ra:

a Gire a roda em um plano horizontal, de maneira que a gera-
triz (g) ou a (g') ocupem a posição da geratriz (e) que passa,
pelo centro da ranhura.

OBSERVAÇÃO

Este giro, entre outras formas, pode ser feito montando-se o ca-
beçote divisor sobre a mesa circular.

b Cada flanco colocado na posição da geratriz (e) se repassa
com o flanco de uma fresa de forma, para que apresente uma super-
fície lisa.

OBSERVAÇÃO

Existem fresas especiais mais estreitas, para evitar o corte so-
bre o flanco oposto.



Consiste em construir mecânicamente com fresas especiais (fresas de módulo) um parafuso de uma ou mais entradas, cujos filetes têm as características das rodas de dentes helicoidais (fig. 1).

A roda com a qual trabalha engrenado o sem-fim denomina-se "Coroa".

Este sistema de engrenagem, parafuso sem-fim e coroa é utilizado para a transmissão de movimento entre eixos que se cruzam, geralmente a 90° (fig. 2) e cuja relação de velocidade é muito grande.

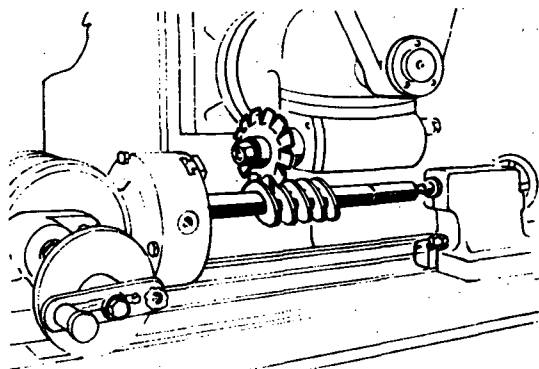


Fig. 1

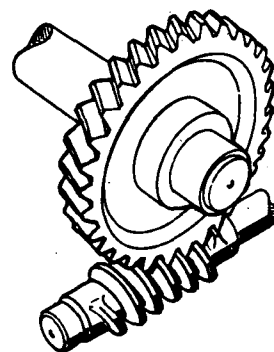


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte o cabeçote divisor e coloque-o no extremo da mesa sem fixá-lo.

2º passo - Monte o suporte de engrenagens e o trem de engrenagens calculado previamente.

OBSERVAÇÃO

Quando o passo da hélice é pequeno (menor que 15mm) o movimento se transmite desde o fuso da mesa ao prolongamento do eixo principal do cabeçote divisor. Neste caso, pode-se desacoplar o parafuso sem-fim do cabeçote-divisor; todavia, quando o sem-fim que se constrói tem mais que uma entrada, para fazer as divisões, é necessário desacoplar o trem de engrenagens e voltar a acoplar o sem-fim.

3º passo - Fixe o cabeçote-divisor e o suporte de engrenagens.

4º passo - Monte o material, de maneira que seu eixo coincida com o eixo do cabeçote divisor.



5º passo - Monte a fresa no cabeçote universal.

OBSERVAÇÃO

Quando o módulo do parafuso sem-fim é maior que 3, monta-se uma fresa para fazer um desbaste prévio.

6º passo - Posicione a fresa em relação ao material.

- ___a Ponha o eixo principal do cabeçote universal na posição horizontal.
- ___b Gire o eixo principal no plano horizontal, de maneira que a fresa fique orientada segundo o ângulo da hélice do filete (figura 3).

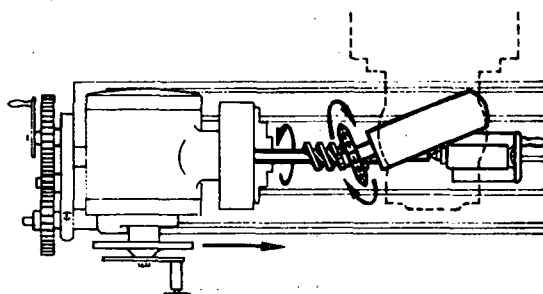


Fig. 3

7º passo - Prepare para o corte.

- ___a Selecione e regule as velocidades de rotação (r p m) e de avanço automático.
- ___b Toque com a fresa em movimento e em posição de corte no material, e tome referência no anel graduado do movimento vertical.
- ___c Dê a profundidade de corte.

OBSERVAÇÕES

- 1) Quando se utiliza fresa para desbaste deixa-se material suficiente para o acabamento.
- 2) Em todos os casos, mesmo quando se fresa com uma única ferramenta, deve-se prever sobremedida para o acabamento.

8º passo - Frese a ranhura.

- ___a Ponha a máquina em funcionamento e inicie o corte com avanço manual.



 b Complete o passe com avanço automático lento.

OBSERVAÇÕES

1) Quando para produzir o avanço o esforço for muito grande, é conveniente dar todo o passe com avanço manual, para não forçar o mecanismo automático.

2) Refrigere adequadamente.

PRECAUÇÃO

USE A PROTEÇÃO DO TREM DE ENGRENAGENS.

 c Baixe a mesa e volte o material à posição inicial.

 d Dê outros passes.

OBSERVAÇÃO

O passe de acabamento deve ser dado lentamente, com abundante refrigeração e com o mínimo possível de profundidade de corte.

9º passo - *Faça a verificação.*

OBSERVAÇÃO

Quando o parafuso sem-fim só tem uma entrada, verifique suas dimensões. Se tem mais de uma entrada frese as outras antes.

NOTA

Quando o parafuso sem-fim tem mais de uma entrada, faça as dimensões que correspondam e repita o 8º passo para cada entrada.



Consiste em construir ranhuras sobre a superfície côncava externa de uma roda, por meio de uma fresa modular para o desbaste e uma fresa geradora para o acabamento (figs. 1 e 2).

Esta operação é empregada na construção de dentes de "coroas" para engrenarem com parafuso sem-fim.

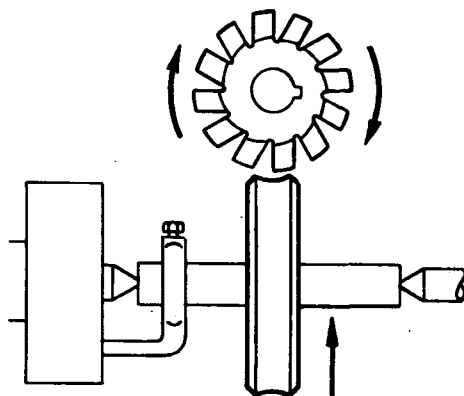


Fig. 1

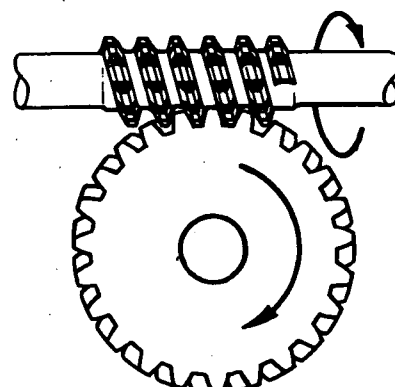


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - *Monte o cabeçote divisor.*

2º passo - *Prepare o cabeçote divisor para fazer as divisões correspondentes ao número de dentes da coroa.*

3º passo - *Monte o material.*

OBSERVAÇÃO

O material deve ser montado entrepontas, para facilitar a operação de acabamento.

4º passo - *Monte o eixo porta-fresas e a fresa.*

5º passo - *Centre a fresa, de maneira que o plano médio desta contenha o eixo da roda (fig. 3).*

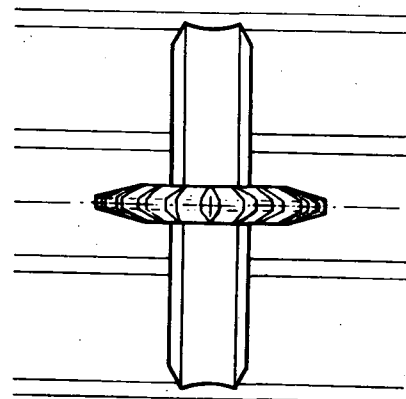


Fig. 3

6º passo - *Gire a mesa de um ângulo igual em valor e sentido ao ângulo dos dentes da coroa (fig. 4).*

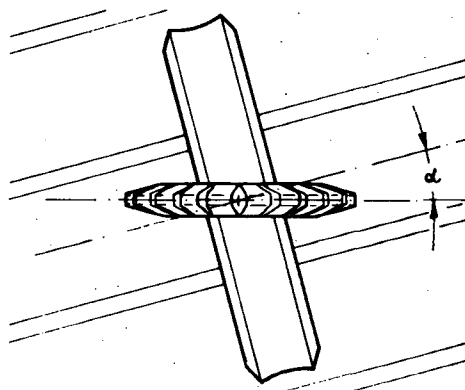


Fig. 4

7º passo - *Coloque a fresa em posição de corte, de maneira que toque simultaneamente nos pontos A e B da roda (fig. 5).*

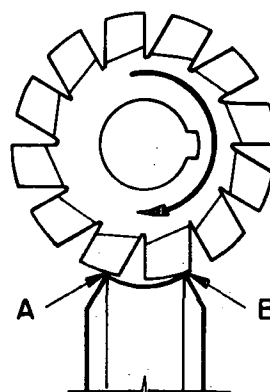


Fig. 5

8º passo - *Desbaste a ranhura.*

- a Fixe a mesa.
- b Selecione a velocidade de corte.
- c Suba a mesa até que a fresa, em movimento, toque no fundo da parte côncava da roda. Tome referência no anel graduado.
- d Continue o corte, subindo a mesa manualmente até conseguir a profundidade prevista.

OBSERVAÇÃO

Deixe sobremedida para o acabamento final.

- e Pare a máquina.
- f Baixe a mesa, até que a fresa fique fora da peça.
- g Faça a divisão para a ranhura seguinte.

9º passo - *Repita o oitavo passo, excluindo as indicações a e b, até desbastar todas as ranhuras.*

10º passo - *Troque a fresa para o acabamento.*



OBSERVAÇÃO

A fresa geradora para o acabamento deve ter o mesmo diâmetro mo-
dulo e número de entradas que o parafuso sem-fim.

11º passo - *Dê o acabamento.*

- a Retire o arrastador do mandril, para que a roda gire livre-
mente entrepontas (fig. 6).
- b Gire a mesa até colocá-la
em posição normal (0^0).
- c Posicione a fresa, de ma-
neira que engrene com a coroa
(fig. 7).

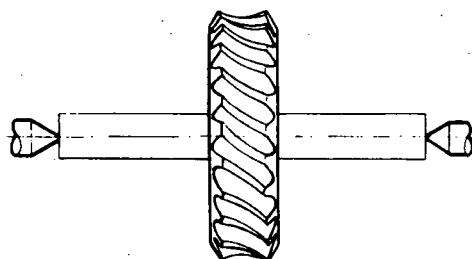


Fig. 6

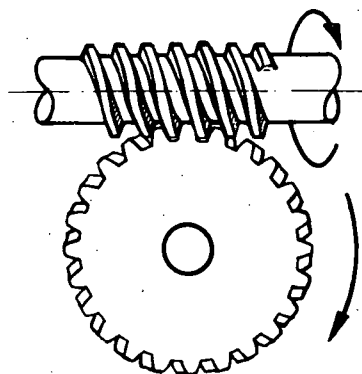


Fig. 7

- d Ponha a máquina em movimento.
- e Dê cortes sucessivos, até conseguir a altura prevista do
dente.

OBSERVAÇÃO

A profundidade de corte deve-se dar ao final de cada volta da
"coroa".

12º passo - *Verifique as dimensões dos dentes.*

É usinar um material seguindo uma trajetória espiral, mediante a combinação de movimentos simultâneos de translação e rotação do próprio material. Esta operação pode ser feita tanto em superfícies externas como internas e em ranhuras (figs. 1 e 2).

É utilizada na construção de cames de disco, roscas frontais e outros.

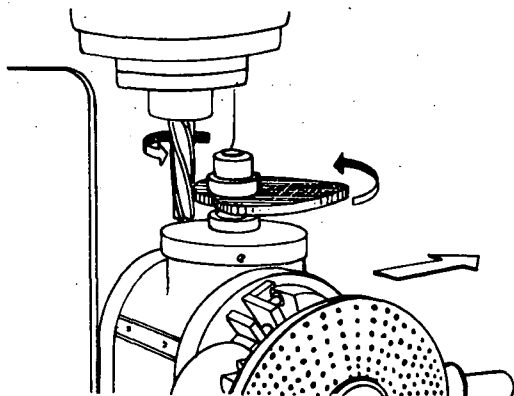


Fig. 1

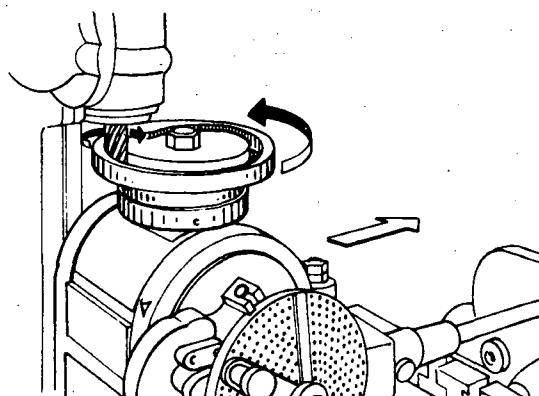


Fig. 2

PROCESSO DE EXECUÇÃO

1º passo - Monte e prepare o cabeçote divisor.

- ___a Posicione o cabeçote-divisor na mesa da fresadora.
- ___b Solte o disco para que este possa girar livremente.

2º passo - Incline o cabeçote divisor para obter a posição de fresagem, segundo o procedimento escolhido (fig. 3 a e b).

- ___a Desaperte o parafuso de fixação do corpo inclinável do cabeçote divisor.
- ___b Coloque o cabeçote divisor na posição e no ângulo desejado.

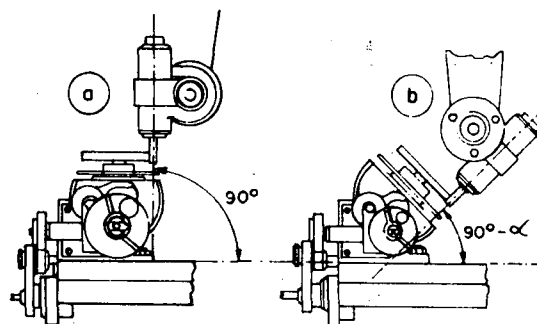


Fig. 3

OBSERVAÇÃO

Use, como referência, a cinta graduada do próprio divisor.

- ___c Fixe o corpo inclinável do divisor.

3º passo - Monte o suporte de engrenagens e as rodas dentadas determinadas segundo o cálculo.

4º passo - Monte o material.

OBSERVAÇÃO

Segundo o tipo e forma da peça que se deve obter, monte o material sobre um mandril ou na placa (diretamente como mandril) (figuras 4 e 5).

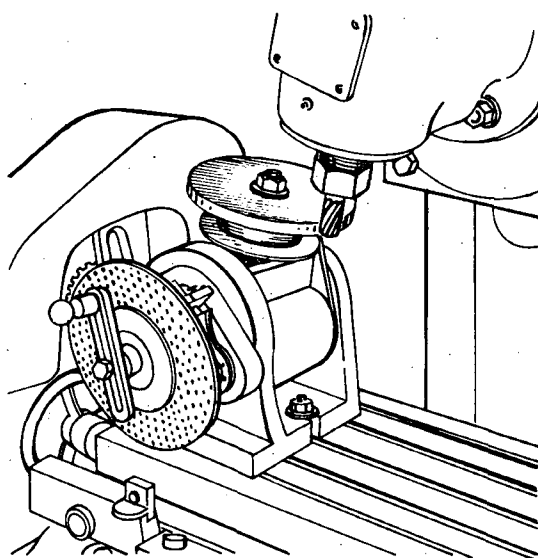


Fig. 4

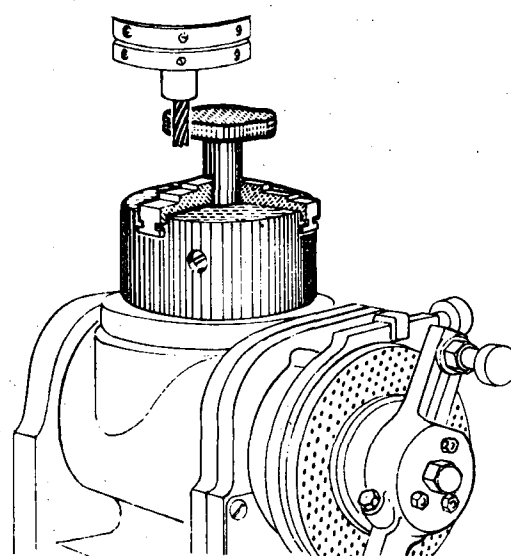


Fig. 5

5º passo - Centre o material.

- ___ a Coloque um ponto de centragem no eixo principal do cabeçote universal.
- ___ b Desloque a mesa até que o ponto de centragem toque a linha de traçado da espiral.
- ___ c Verifique se o ponto de centragem segue a trajetória da espiral.

6º passo - Selecione e monte a ferramenta.

OBSERVAÇÕES

- 1) Para fresar ranhuras, o diâmetro da ferramenta deve ser menor que a largura das mesmas.



2) Para superfícies externas e internas, o comprimento da parte cortante da fresa deve ser maior que a espessura da superfície a fresar (fig. 5).

7º passo - *Prepare para o corte.*

 a Faça a fresa em movimento tocar na peça.

OBSERVAÇÃO

O ponto de contato deve estar no setor de onde se retirará a maior quantidade de material (fig. 6).

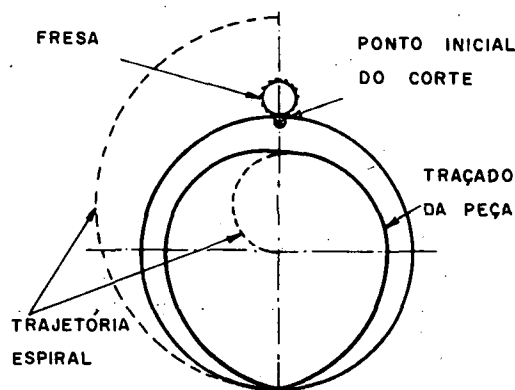


Fig. 6

 b Tome referência no anel graduado.

 c Selecione e regule a rpm e o avanço.

 d Ponha a máquina em funcionamento.

8º passo - *Dê o corte.*

 a Inicie manualmente o corte até obter a profundidade desejada.

 b Ligue o avanço automático.

 c Repita as indicações "a" e "b" até completar a espiral.

Os parafusos de rosca sem-fim são elementos que funcionam acoplados às engrenagens fixadas em eixos que se cruzam, geralmente a 90°, possibilitando grande redução na relação de transmissão de movimentos.

A rosca sem-fim é feita na fresadora ou no torno.

As figuras 1 e 2 mostram a montagem de uma engrenagem com um parafuso sem fim.

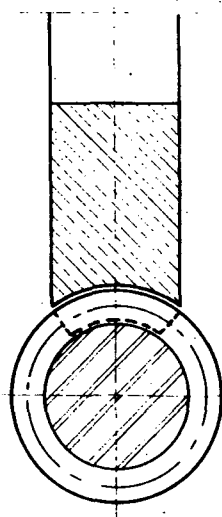


Fig.1

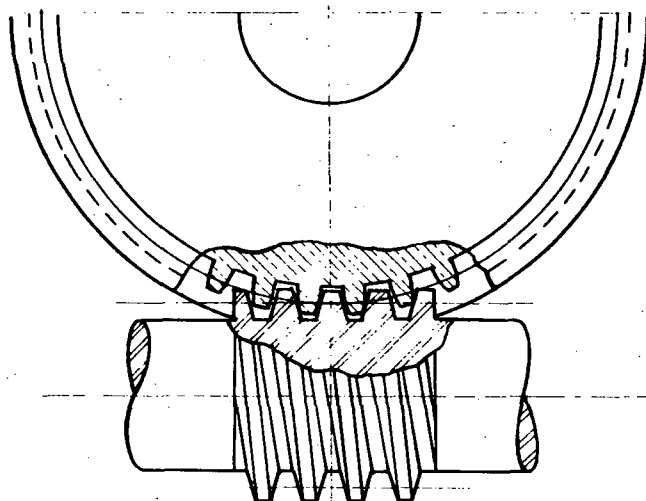


Fig.2

Módulo: é a relação existente entre o diâmetro primitivo (d_p) e o número de dentes da roda.

As dimensões do parafuso sem-fim são determinadas em função do módulo (fig.3).

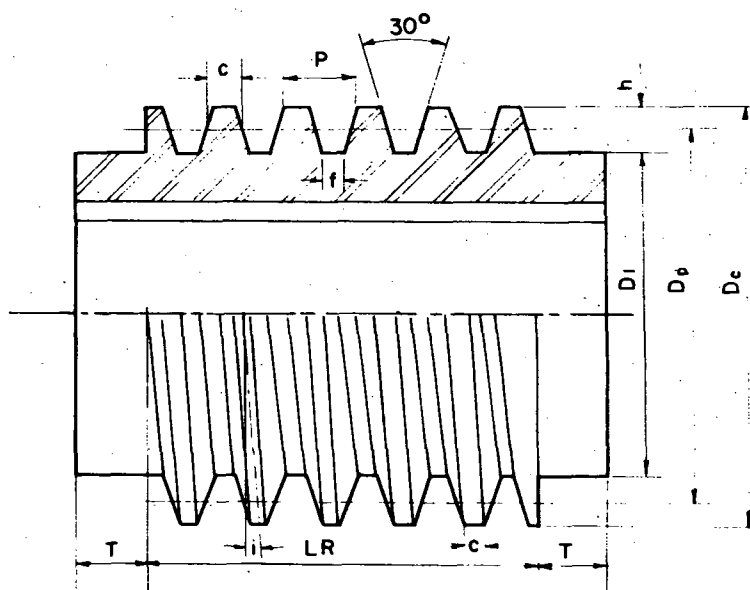


Fig.3





O ângulo de filete pode ser de 29° , 30° ou 40° , variando de acordo com o ângulo de pressão da engrenagem.

Atualmente, os ângulos de pressão $14^{\circ} 30'$ e 15° estão sendo abolidos, utilizando-se ângulo de 20° que dá maior resistência aos dentes das engrenagens.

Características e Fórmulas (Para ângulo de pressão 15°)

| | |
|--------------------------------------|--|
| Ang. do flanco do filete = | 30° |
| P = passo normal = | $M \pi$ |
| M = módulo | $\frac{P}{\pi}$ |
| f = largura no fundo do filete = | $0,9403M$ |
| h = altura total do filete = | $2,167 M$ |
| D_e = Diâmetro externo = | $D_p + 2 M$ |
| D_p = Diâmetro primitivo = | 8 a 16M |
| D_i = Diâmetro interno ou núcleo = | $D_e - 2 h$ |
| e = espessura do filete no D_p = | $\frac{P}{2}$ |
| i - ângulo da hélice = — | $\text{tg } i = \frac{P}{D_p H} = \frac{M}{D_p}$ |
| LR = comp. da parte roscada = | 4 a 6P |
| T = extremos sem rosca = | P |

Pax. = Passo axial é a distância entre dois filetes consecutivos, medida sobre uma geratriz do cilindro, tal como se considera os passos dos parafusos comuns.

$$\text{Pax.} = \frac{M \pi}{\text{Sen } i}$$

A máquina de fresar ou fresadora, como geralmente é chamada, é uma máquina-ferramenta de movimento contínuo, destinada à usinagem de materiais, por meio de uma ferramenta de corte chamada fresa. Permite realizar operações de fresagem de superfícies das mais variadas formas: planas, côncavas, convexas e combinadas.

CONSTITUIÇÃO

Nas máquinas de fresar, correntemente usadas nas oficinas de construções mecânicas, distinguem-se as seguintes partes principais (fig. 1).

- A Corpo
- B Eixo principal
- C Mesa
- D Carro transversal
- E Suporte da mesa
- F Caixa de velocidades do eixo principal
- G Caixa de velocidades dos avanços

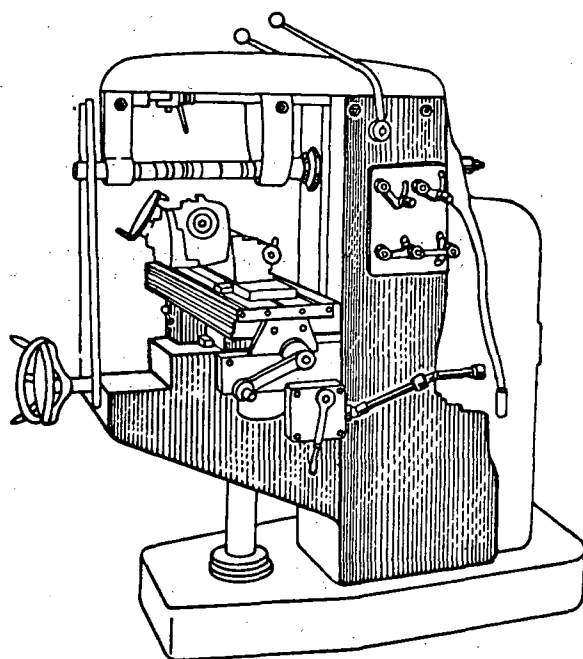


Fig. 1

O corpo é uma espécie de carcaça de ferro fundido, de base reforçada e geralmente de forma retangular, por meio da qual a máquina apoia-se ao solo. É a parte que serve de sustentação dos demais órgãos da fresadora.

Eixo principal é um dos órgãos essenciais da máquina, uma vez que é o que serve de suporte à ferramenta e lhe dá movimento. Este eixo recebe o movimento através da caixa de velocidades, como mostra a cadeia cinemática da fig. 2

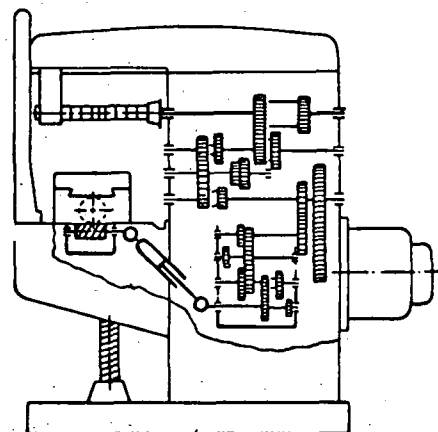


Fig. 2





A *mesa* é o órgão que serve de sustentação das peças que vão ser usinadas, diretamente montadas sobre ela, ou através de acessórios de fixação, razão porque a mesa está provida de ranhuras destinadas a alojar os parafusos de fixação.

Carro transversal é uma estrutura de ferro fundido de forma retangular, em cuja parte superior se desliza e gira a mesa em um plano horizontal. Na base inferior, por meio de guias, está acoplado ao suporte da mesa, sobre o qual se desliza, por meio de fuso e porca, podendo ser acionado manualmente ou automaticamente através da caixa de avanços. Um dispositivo adequado permite sua imobilização.

O *suporte da mesa* é o órgão que serve de sustentação da mesa e seus mecanismos de acionamento. É uma peça de ferro fundido que se desliza verticalmente no corpo da máquina através de guias, por meio de um parafuso telescópico e uma porca fixa. Quando é necessário, para alguns trabalhos, imobiliza-se por meio de um dispositivo de fixação.

Caixa de velocidades do eixo principal consta de uma série de engrenagens que podem acoplar-se com diferentes relações de transmissão, para permitir uma extensa gama de velocidades do eixo principal. Geralmente encontra-se alojada internamente na parte superior do corpo da máquina. O acionamento é independente da caixa de avanços, o qual permite determinar criteriosamente as melhores condições de corte.

Caixa de velocidades dos avanços da fresadora é um mecanismo constituído por uma série de engrenagens montadas no interior do corpo da fresadora em sua parte central, aproximadamente. Em geral recebe o movimento diretamente do acionamento principal da máquina. Por meio de acoplamentos de rodas dentadas que se deslizam axialmente, podem ser estabelecidas diversas velocidades de avanços. O acoplamento do mecanismo com o fuso da mesa ou do suporte da mesa realiza-se através de um eixo extensível com articulação "cardan".

Em algumas fresadoras, a caixa de velocidades dos avanços está colocada no suporte da mesa com um motor especial e independente do acionamento principal da máquina.

CLASSIFICAÇÃO

A orientação do eixo principal com respeito à superfície da mesa, determina uma classificação ou tipo de fresadoras. Daí recebem a denominação de:

Fresadora horizontal

Se o eixo principal está orientado paralelamente à superfície da mesa (figura 3).

Fresadora vertical

Se o eixo principal está orientado perpendicularmente à superfície da mesa (fig. 4).

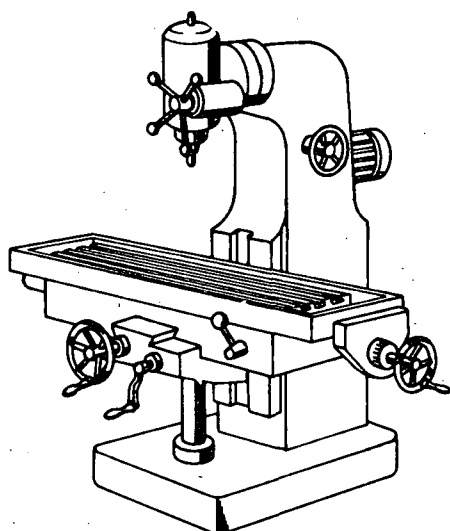


Fig. 4

Fresadora mista

Quando, auxiliando-se com acessórios, o eixo principal pode orientar-se nas duas posições precedentes (fig. 5).

Fresadora universal

Por suas características será objeto de estudo em outra folha.

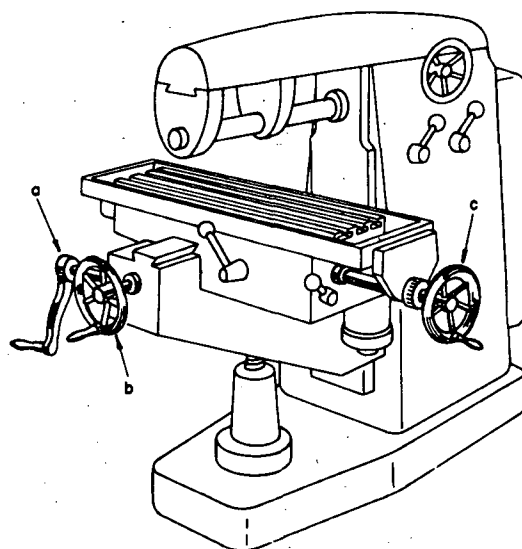


Fig. 3

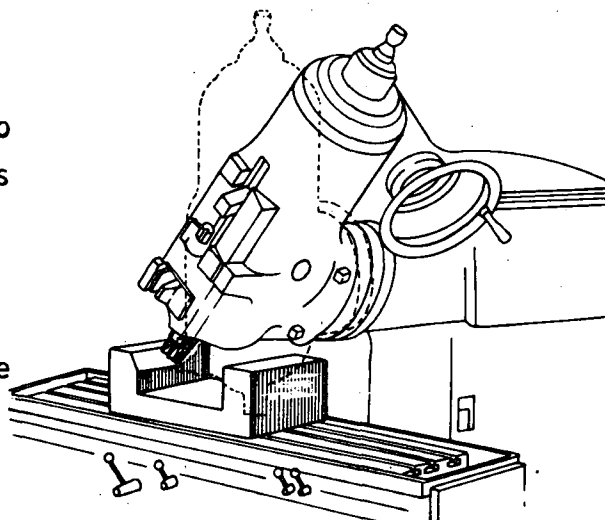


Fig. 5

Fresadoras especiais

Existe uma grande variedade de tipos especiais de fresadoras, como: fresadoras copiadoras, cortadoras de rodas dentadas, e outras que se destinam a trabalhos muito específicos.

CARACTERÍSTICAS DE FRESADORA

O fato da ferramenta de trabalho da fresadora ser de fios múltiplos e se poder montar, no eixo porta-fresas, combinações de fresas de diferentes formas, confere a esta máquina características especiais e uma vantagem sobre outras máquinas-ferramentas, como o de poder realizar uma grande variedade de trabalhos em superfícies situadas em planos paralelos, perpendiculares, ou formando ângulos diversos; construir ranhuras circulares, elípticas, fresa-gem em formas esféricas, côncavas e convexas, com rapidez e precisão.

FUNCIONAMENTO

O acionamento principal é produzido por um motor alojado na parte posterior do corpo da máquina, o qual transmite o movimento ao eixo principal através do sistema de engrenagens da caixa de velocidades (fig. 2-c). O movimento de avanço automático é produzido pela caixa de avanços, a qual transmite o movimento através de um eixo com articulação "cardan" a um mecanismo com sistema de parafuso sem-fim e coroa. O deslocamento vertical do suporte da mesa, o transversal do carro e o longitudinal da mesa, podem fazer-se também manualmente por meio de manivelas acopladas a mecanismos de fuso e porca (fig. 3-a, b e c).

O eixo principal é prolongado através do eixo porta-fresas, no qual montam-se as ferramentas. Quando este eixo é longo, apóia-se em um suporte que se monta no barramento (fig. 2-h).

CONDIÇÕES DE USO

Como a fresadora é uma máquina concebida para realizar trabalhos de precisão, sua fabricação é feita cuidadosamente, o que motiva seu custo elevado. Daí a necessidade de conservá-la em ótimas condições de uso, o que se consegue mantendo seus mecanismos bem acoplados, lubrificação adequada e suficiente nas superfícies de rotação e deslizamento e procurando mantê-la em bom estado de limpeza.

Para iniciar o estudo desta máquina, pode-se considerar como ponto de partida a fresadora horizontal. Com efeito, a fresadora universal, é em princípio uma fresadora horizontal, porém, além disso, está provida de outros mecanismos e acessórios especiais que lhe permitem ampliar consideravelmente suas possibilidades de trabalho.

CARACTERÍSTICAS

Além das características comuns às fresadoras em geral, a fresadora universal é dotada de um cabeçote universal de dupla articulação que lhe permite a inclinação do eixo porta-fresas, formando qualquer ângulo com a superfície da mesa (fig. 1).

A mesa pode girar em um plano horizontal até um ângulo de 45° em ambos os sentidos.

Outras características importantes e que nos dão idéia das possibilidades da máquina são (fig. 2):

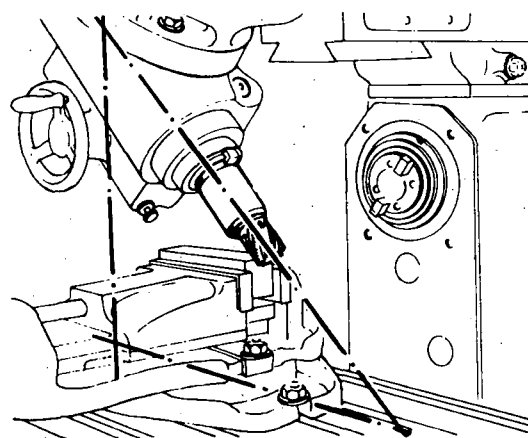


Fig. 1

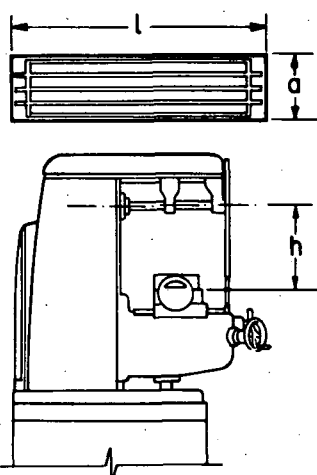


Fig. 2

- Comprimento e largura da mesa.
- Giro da mesa em ambos os sentidos (45°).
- Máximo deslocamento longitudinal da mesa.
- Máximo deslocamento transversal da mesa.
- Máximo deslocamento vertical do suporte da mesa.
- Máxima altura da superfície da mesa ao eixo principal.
- Máximo e mínimo número de rpm do eixo principal.
- Avanços em mm/minuto.
- Velocidade e potência do motor.
- Peso da máquina.

Estas características são as que permitem identificar a máquina nos catálogos comerciais, onde vêm explicados com detalhes.



ACESSÓRIOS

Como já foi mencionado, a fresadora está provida de uma série de acessórios que lhe permitem realizar as mais variadas operações de fresagem, os quais estão indicados abaixo:

- cabeçote universal
- eixos porta-fresas
- cabeçote divisor e contraponta
- mesa circular divisora
- divisor linear
- aparelho contornador
- cabeçote especial para fresar cremalheiras
- mesa inclinável.

Em outras folhas, será estudado particularmente cada um destes acessórios.

A fresadora universal é a máquina de fresar mais generalizada nas oficinas mecânicas.

São peças geralmente de aço ou ferro fundido. Suas formas variam segundo sua aplicação e servem para a fixação de peças sobre as mesas ou sobre acessórios das máquinas-ferramentas.

Recebem diversos nomes, tais como: chapas, calços, macacos, cantoneira.

CHAPAS

São peças de aço, forjadas ou usinadas, de forma plana ou curva, com uma ranhura central para introduzir o parafuso de fixação (figs. 1 e 2). Estas chapas também podem ter um parafuso em um de seus extremos para regular a altura de fixação (fig. 3).

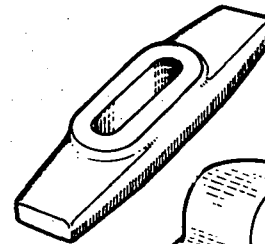


Fig. 1

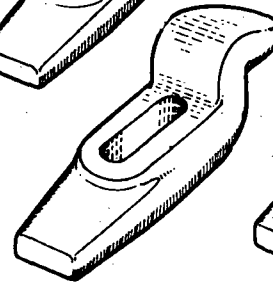


Fig. 2

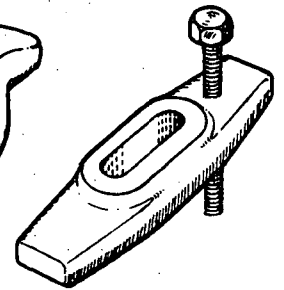


Fig. 3

CALÇOS

Os calços são elementos de apoio, de aço ou ferro fundido, usinados. Podem ser planos, escalonados, em "V" e reguláveis (figs. 4, 5, 6 e 7).

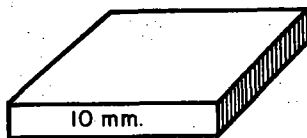


Fig. 4

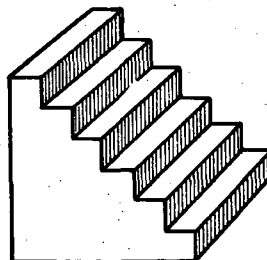


Fig. 5

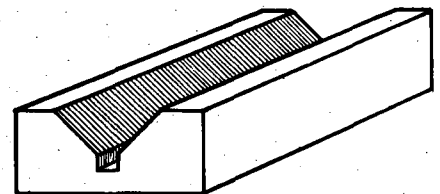


Fig. 6

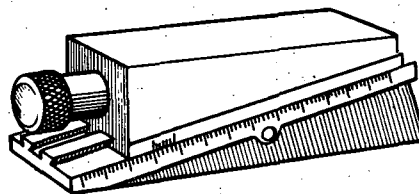


Fig. 7

MACACOS (Calço regulável)

São elementos de apoio, geralmente de aço, compostos de um corpo e um parafuso com uma contraporca para bloqueá-lo. A parte superior pode ser articulada ou fixa (figuras 8 e 9).

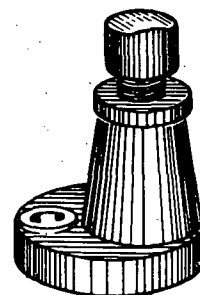


Fig. 8

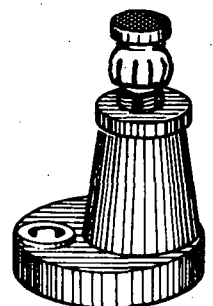


Fig. 9

CANTONEIRAS

São elementos geralmente construídos de ferro fundido, suas faces são planas e usinadas formando um ângulo de 90° (fig. 10).

Hã cantoneiras de diversos tamanhos e têm ranhuras por onde se introduzem os parafusos de fixação.

Podem ser fixadas sobre mesas de máquinas ou sobre placas lisas e outros acessórios, permitindo sua própria usinagem ou de materiais que serão montados sobre elas.

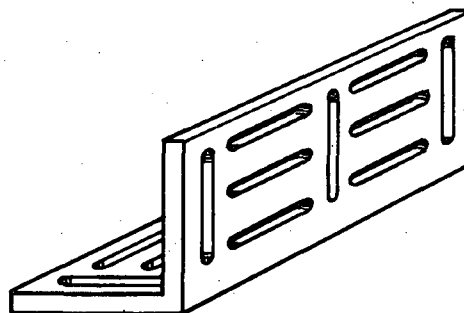


Fig. 10

CONDIÇÕES DE USO

Estes elementos para serem usados devem ter suas faces lisas e sem deformações.

CONSERVAÇÃO

Para mantê-los em bom estado, devem-se limpá-los e protegê-los com uma camada de óleo, após o seu uso.

RESUMO

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| ELEMENTOS DE FIXAÇÃO | <i>Chapas</i> | Planas Curvas Com parafuso de apoio |
| | <i>Calços</i> | Planos Escalonados Em "V" Reguláveis |
| | <i>Macaco</i> <i>(Calço regulável)</i> | De apoio fixo De apoio articulado |
| | <i>Cantoneiras</i> | |



São acessórios de fresadora utilizados para prender a fresa e transmitir o movimento que recebem do eixo principal.

Constroem-se de aço-liga, duro (aço cromo-níquel), tratado termicamente e com acabamento liso e preciso.

TIPOS

Os eixos porta-fresas são selecionados segundo o tipo da fresa que se deve montar e o tipo de trabalho a ser efetuado. Para diferenciar estes porta-fresas, são agrupados dentro de uma primeira classificação em:

- eixos porta-fresas longos
- eixos porta-fresas curtos

Eixos porta-fresas longos (fig. 1).

As partes principais de um eixo porta-fresas longo, pelas funções que cumprem, são:

- a) corpo cilíndrico
- b) flange
- c) corpo cônico

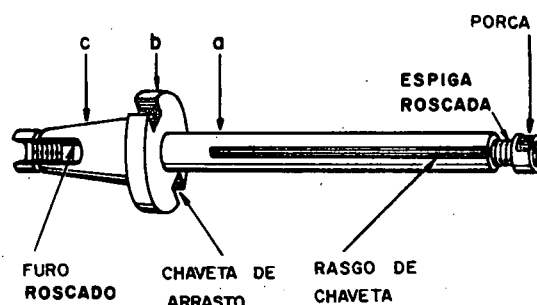


Fig. 1

Em cada uma destas partes há detalhes de construção que cumprem funções específicas no eixo porta-fresas.

O *furo roscado* no corpo cônico permite fixar um extremo do eixo porta-fresas, através do tirante, e assegurar seu posicionamento no eixo principal.

As *ranhuras do flange*, encaixam nas chavetas de arrasto do eixo principal, evitando que o eixo porta-fresas se deslize ao transmitir o movimento que recebe da caixa de velocidades através do eixo principal.

O *rasgo de chaveta* ao longo de todo o corpo cilíndrico, no qual se coloca e se fixa a fresa, permite ao colocar-lhe a chaveta, que a ferramenta possa utilizar a potência e rotação do eixo principal, sem deslizar ao entrar em contato com a peça, quando é dada a profundidade de corte correspondente.

A *espiga roscada*, no extremo do eixo cilíndrico, recebe uma porca que aperta e fixa a fresa em sua posição definitiva, através dos anéis separadores, impedindo sua saída do eixo.

Elementos que complementam o uso e montagem de eixo porta-fresas:

Tirante de fixação (fig. 2). É uma barra de aço rosçada em ambos os extremos, que se introduz através do eixo principal para aparafusá-lo no furo rosçado do corpo cônico, o que permite fixar o eixo porta-fresas ao eixo principal por meio da contraporca existente no outro extremo.

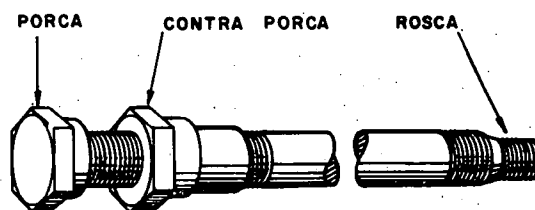


Fig. 2

Anéis separadores (fig. 3). São aros com rasgo de chave, ajustados ao corpo cilíndrico. Seus comprimentos são variados para permitir diversos posicionamentos das fresas. Suas faces laterais são planas, paralelas e retificadas.

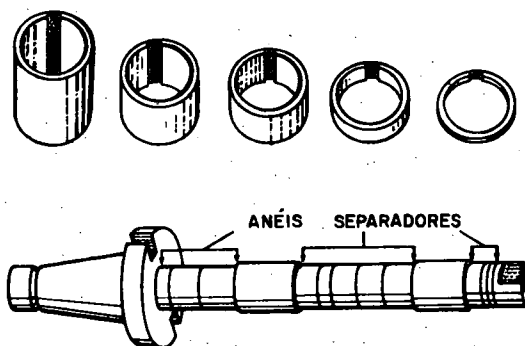


Fig. 3

Anéis suporte (fig.4). Serve de apoio ao eixo porta-fresas evitando a flexão excessiva, do eixo, devido ao esforço durante o trabalho.

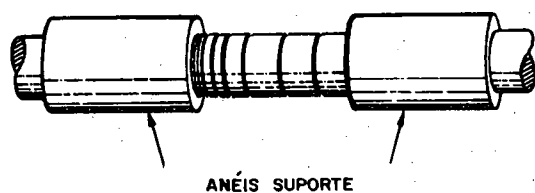


Fig. 4

Eixos porta-fresas curtos ou mandris porta-fresas

Estes eixos tem a mesma função dos eixos porta-fresas longos. A diferença entre eles é que o corpo cilíndrico longo foi substituído por um curto ou em certos casos, eliminado por completo, segundo o tipo de fresa que se pretende usar. Estas características permitem classificar os eixos porta-fresas curtos em dois tipos: *para fresa com furo e fresas com haste.*

Para fresas com furo.

De furo liso.

Estes mandris sub-classificam-se em dois tipos, de acordo com o rasgo de chaveta da fresa:

- Para fresas com rasgo de chaveta transversal (fig. 5-a).
- Para fresas com rasgo de chaveta longitudinal (fig. 5-b):

A fixação da fresa se efetua por meio de porca ou parafuso, segundo o tipo do mandril. O comprimento da espiga cilíndrica do mandril deve ser menor que a largura da fresa. Em caso contrário, suplementa-se a largura da fresa com anéis separadores, de acordo com o eixo porta-fresas, a fim de poder apertar a fresa contra o mandril.

De furo roscado (fig. 6)

Estes porta-fresas têm a espiga roscada, o que permite alojar e fixar as fresas que em lugar do furo com rasgo de chaveta têm o furo roscado.

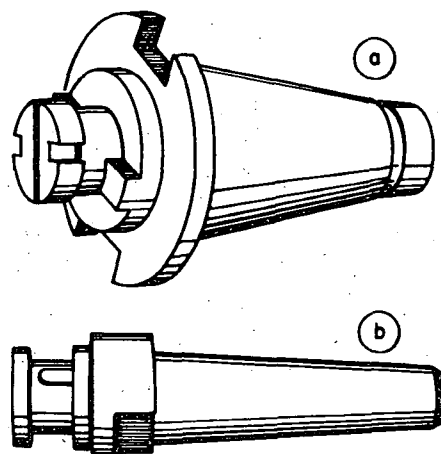


Fig. 5

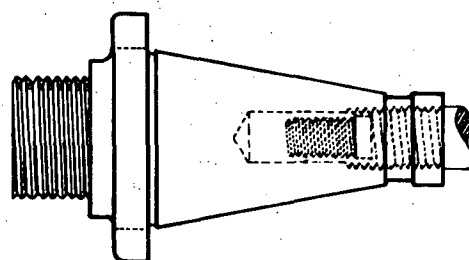


Fig. 6

Para fresas com haste.

Com haste cônica (fig. 7).

Quando as fresas de haste cônica não podem ser fixadas diretamente ao eixo principal, por diferença dos diâmetros ou por diferença de conicidades, empregam-se mandris que atuam como buchas de redução, entre a haste da fresa e o eixo principal. Devido à necessidade da montagem de fresas com hastes de diferentes conicidades, os mandris porta-fresas, para possibilitar tais montagens, são construídos com diversas conicidades.

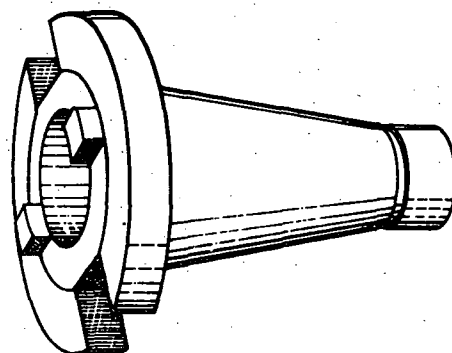


Fig. 7

Exemplo: com conicidade interna Morse e conicidade externa Standard americana ou vice-versa.

Com haste cilíndrica.

Para a fixação das fresas que têm a haste cilíndrica, dispomos dos seguintes mandris:

Mandris com furo cilíndrico (fig. 8),
em cujo furo se ajusta a haste da fresa. Para fixá-la, o mandril dispõe de um parafuso "allen" que se aperta contra uma face plana existente na haste da fresa.

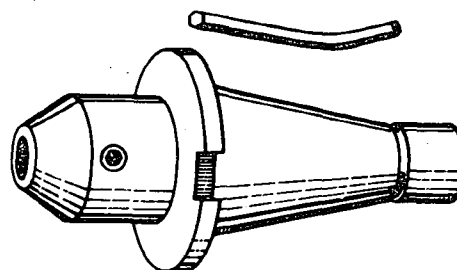


Fig. 8

Porta-pinças (fig. 9) que por suas características particulares será tratada em tema a parte.

CONDIÇÕES DE USO E PRECAUÇÕES

O cuidado e limpeza destes acessórios são essenciais para seu uso e conservação. É importante verificar antes da montagem se a rosca do tirante corresponde a do eixo porta-fresa. Após o seu uso os porta-fresas devem ser protegidos com uma camada de vaselina ou graxa e guardados em lugar próprio.

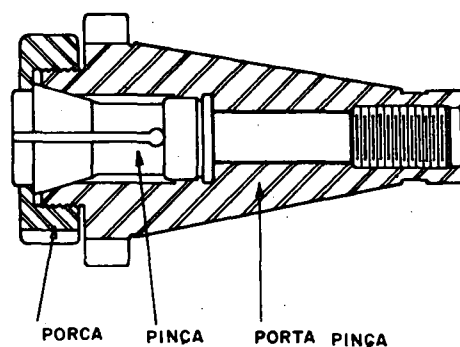


Fig. 9

RESUMO

| | | | |
|--------------------|--------------|-----------------------|----------------------------------|
| Eixos porta-fresas | Eixos longos | Para fresas com furo | Furo liso Furo roscado |
| | Eixos curtos | Para fresas com haste | Haste cônica Haste cilíndrica |



Como algumas fresas de haste cilíndrica e brocas não podem ser fixadas diretamente ao eixo principal, recorre-se às pinças. Devido à sua forma, permitem o alojamento destes tipos de ferramentas, fixando-as ao eixo principal mediante um mandril especial chamado porta-pinças.

CONSTRUÇÃO

As pinças (fig. 1) basicamente podem ser de finidas como um corpo cilíndrico oco, com ranhuras parciais no sentido longitudinal e com uma parte cônica, o que permite o fechamento da pinça sobre a peça. Sua forma pode variar (fig. 2), porém o princípio de funcionamento é o mesmo.

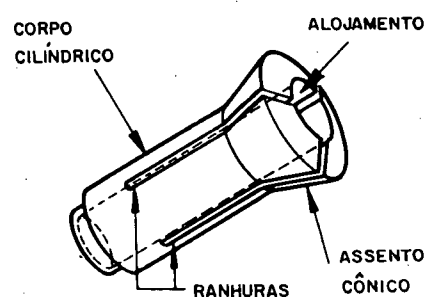


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS

As pinças são construídas de aço, sua principal característica é a de utilizar a elasticidade do material de que são feitas, para poder apertar as peças colocadas em seu alojamento.

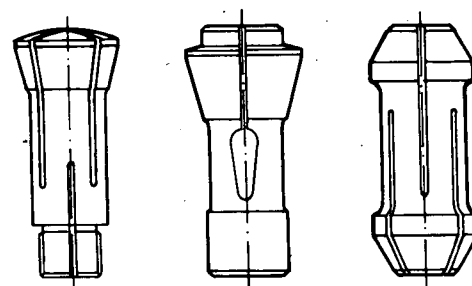


Fig. 2

CLASSIFICAÇÃO

Segundo a forma da peça ou da ferramenta que se deseja fixar, encontra-se no comércio uma variedade de tipos de pinças que podem classificar-se em:

Pinças para barras (fig. 3).

- a) cilíndricas
- b) quadradas
- c) hexagonais
- d) outras

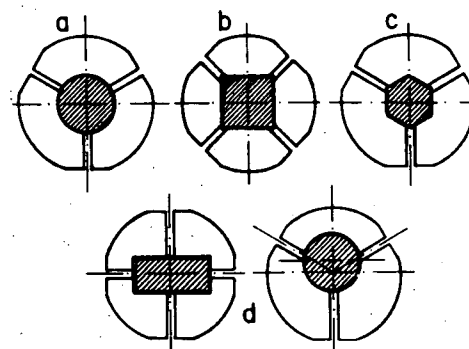


Fig. 3

Pinças para anéis (fig. 4)

- a) de fixação externa
- b) de fixação interna

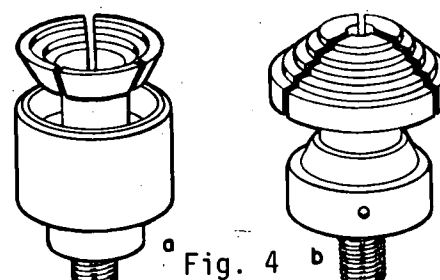


Fig. 4

Os diversos tipos de pinças, são fabricados em jogos de diferentes medidas, em milímetro e polegada, que permitem fixar peças na medida e forma correspondentes (fig. 5).

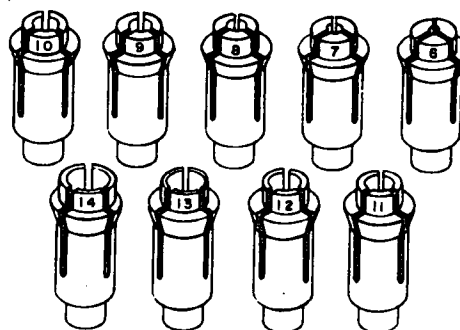


Fig. 5

CONDIÇÕES DE USO

O furo das pinças é usinado com precisão para uma dimensão específica; por isso, deve-se ter cuidado ao selecionar o tamanho apropriado para prender de forma adequada a respectiva peça, cuja haste deve ser lisa e de medida uniforme.

A escolha inadequada da pinça pode danificá-la, além disso, não se consegue um bom aperto da peça (fig. 6).

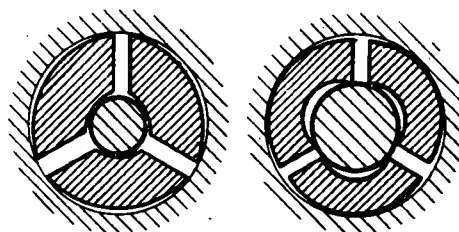


Fig. 6

Porta-pinças

São mandris feitos para serem fixados diretamente ao eixo principal, cujo alojamento permite a centragem das pinças, fixando-as por meio de uma porca ou um tirante (figura 7).

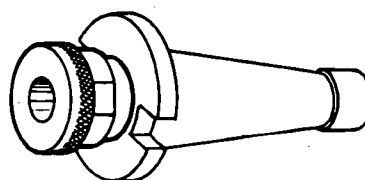


Fig. 7

FUNCIONAMENTO

A forma do porta-pinça varia de acordo com a pinça, porém, o princípio de funcionamento é o mesmo (fig. 8).

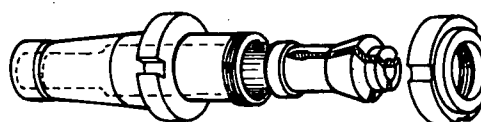


Fig. 8

O corpo cônico é fixado no eixo principal. No alojamento do porta-pinça introduz-se a pinça que é fixada pela porca. Ao apertar a porca, além de fixar a pinça, provoca o seu fechamento ao ser pressionado o assento cônico. Alguns tipos de porta-pinças, trazem também uma contraporca (fig. 9), que permite fixar a posição definitiva da pinça e da peça.

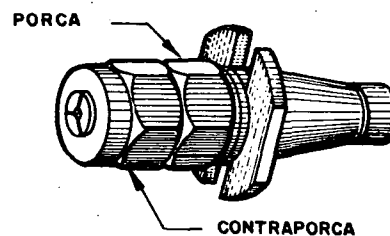


Fig. 9

A rosca interior da parte cônica, permite fixar o porta-pinças ao eixo principal da máquina por meio do tirante.

Há ainda, certos tipos de pinças que não necessitam porta-pinças para fixar as fresas; neste caso, o aperto se consegue ao fixá-las no eixo principal da máquina (fig. 10).

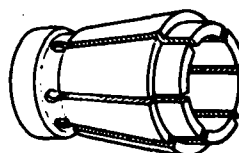


Fig. 10

As fresas são ferramentas que cortam através do fio de seus dentes, quando estão animadas de um movimento de rotação. São características da fresadora, embora possam utilizar-se em outras máquinas-ferramenta, para realizar algumas operações especiais de fresagem.

CONSTITUIÇÃO E TERMINOLOGIA

As fresas, em geral, estão constituídas por um corpo de rotação na periferia, na qual se acham os dentes talhados no próprio material ou postigos. Destacaremos alguns aspectos de suas formas.

O corpo, pode ser cilíndrico, cônico, esférico ou de combinações de formas (figs. 1, 2 e 3). Constroem-se de aço rápido e excepcionalmente de aço ao carbono.

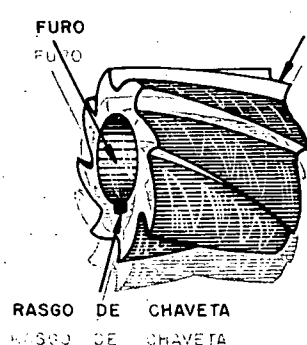


Fig. 1
Fig. 1

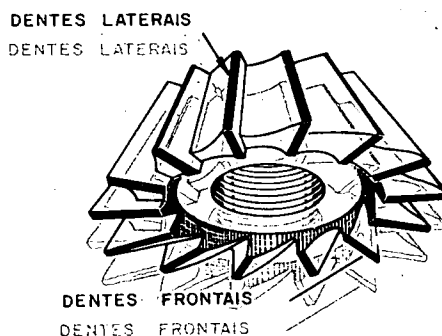


Fig. 2
Fig. 2



Fig. 3
Fig. 3

As fresas de grande diâmetro podem ter o corpo de aço ao carbono e os dentes postigos de aço rápido ou calçados com pastilhas de carboneto (fig. 4). Nos corpos distinguem-se as superfícies laterais e as frontais.

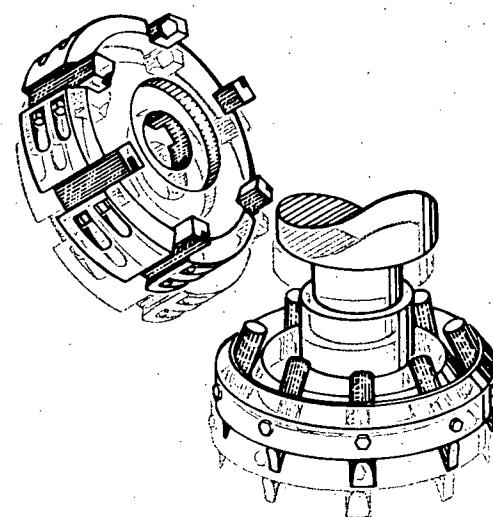


Fig. 4
Fig. 4

Os dentes, estão dispostos sobre as superfícies da fresa; segundo suas posições, são chamados dentes laterais ou frontais. Cada dente pode-se considerar uma ferramenta de corte e portanto deve reunir suas condições (fig. 5). Suas arestas de corte podem seguir linhas retas ou curvas que ao girar constituem o perfil da fresa. Hã fresas chamadas de dentes alternados, nas quais a disposição dos seus dentes é tal, que oferecem sempre um ângulo de saída positivo (fig. 6).

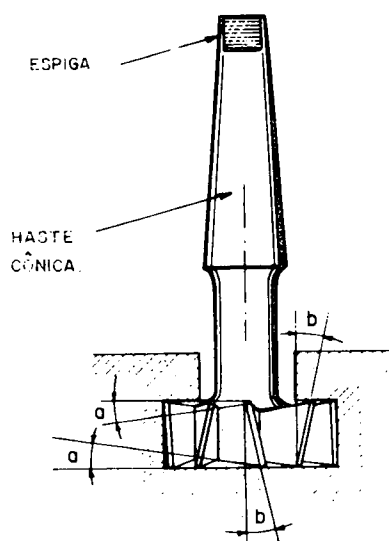


Fig. 6

Os dentes de perfil constante são os que ao afiar-se a fresa conservam seu perfil, como nas fresas para dentes de rodas dentadas ou as de fresar ranhuras para machos e brocas helicoidais. Nestas fresas, a superfície de incidência segue uma espiral de Arquimedes (figura 7).

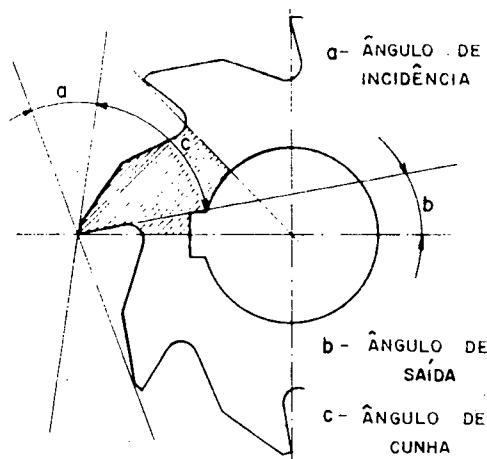
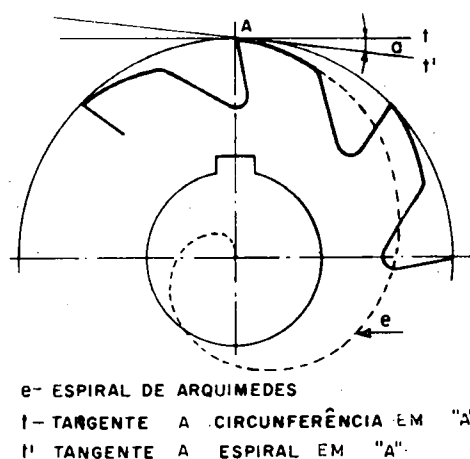


Fig. 5



e- ESPIRAL DE ARQUIMEDES
I- TANGENTE A CIRCUNFERÊNCIA EM "A"
I' TANGENTE A ESPIRAL EM "A"

Fig. 7

A haste e o furo. Para sua fixação e condução durante o corte, as fresas têm uma haste que pode ser cônica ou cilíndrica, ou um furo. As hastes têm dimensões proporcionais ao esforço máximo que a fresa realiza durante o corte, e as cônicas são normalizadas (fig. 6):



(cones Morse ou americano). Os diâmetros dos furos também são proporcionais e podem ter rasgo de chave para a montagem no eixo porta-fresas com chave ta de arrasto, a fim de evitar deslizamentos durante o corte.

TIPOS E CLASSIFICAÇÃO

Os tipos de fresas são muitos e a classificação pode se fazer por vários critérios. Para conhecer os mais comuns, na página 4/4 mostram-se vários tipos de fresas.

CARACTERÍSTICAS

Quanto à maneira de requisitar uma fresa deve-se ter em conta:

- a) a forma da fresa;
- b) as dimensões (em milímetro ou polegada);
- c) as dimensões do furo ou da haste;
- d) o tipo de dentes;
- e) no caso de fresas especiais, indicar-se-ão todas as características que ajudem a identificar a fresa. Por exemplo, para fresar rodas dentadas indicar-se-ão o módulo, o número de dentes e o ângulo de pressão.

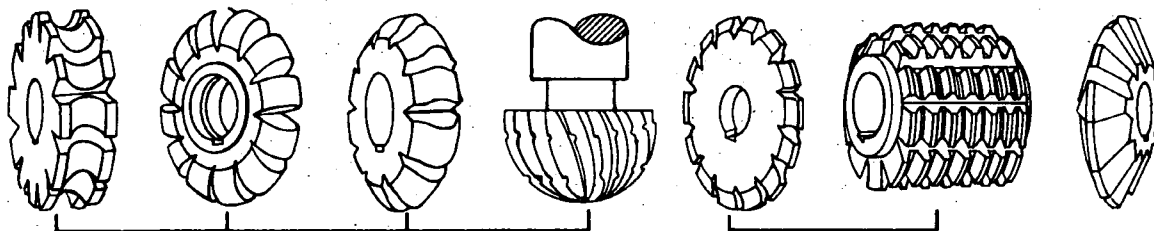
CONDIÇÕES DE USO E CONSERVAÇÃO

As fresas são ferramentas de um custo elevado e delicadas, por esse motivo deve-se tomar precauções para sua conservação. Alguns aspectos que se devem considerar para terem melhores condições de uso e conservação são os seguintes:

- a) escolha a fresa de acordo com o trabalho a executar;
- b) trabalhe nas condições adequadas (velocidade de corte, profundidade de corte, refrigeração);
- c) uma vez terminado o trabalho, verifique o estado das arestas cortantes e se necessário, providencie o seu reafiamento;
- d) limpe-a e proteja-a com uma película de óleo ou graxa;
- e) guarde-a em lugar próprio evitando que as arestas de corte não recebam golpes.

TIPOS DE FRESAS

DE PERFIL CONSTANTE

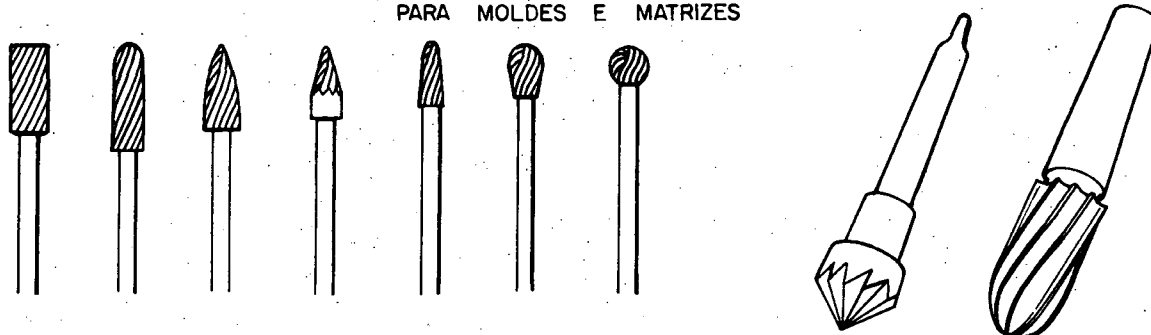


PARA TRABALHOS ESPECIAIS

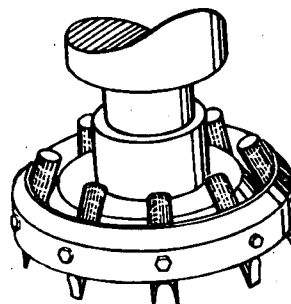
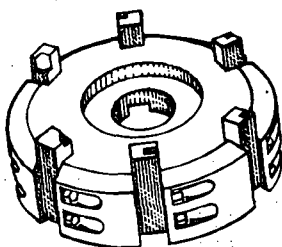
PARA RODAS DENTADAS

PARA ROSCAMENTO

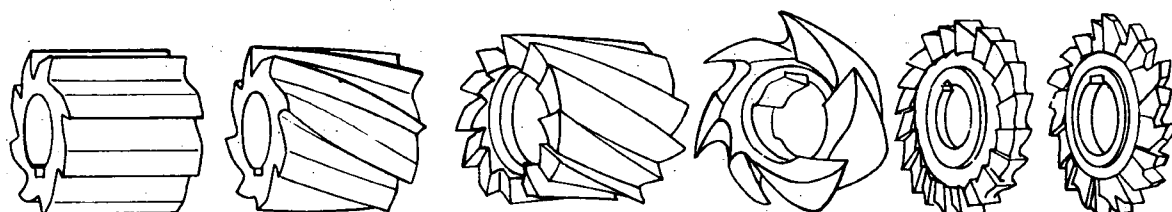
PARA MOLDES E MATRIZES



DE DENTES POSTIÇOS



PARA FRESAGEM PLANA



DENTES RETOS

DENTES HELICOIDAIS

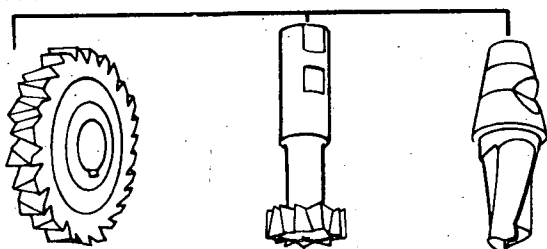
NORMAL

PARA METAIS
LEVES

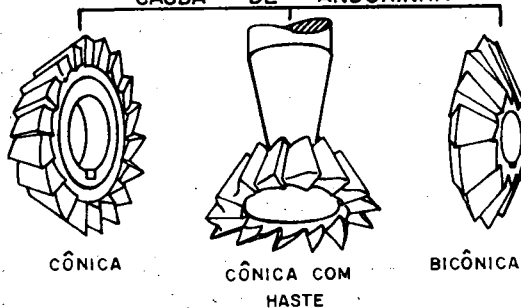
CORTE
SIMPLES

CORTE
ALTERNADO

PARA RANHURAS E RASGOS DE CHAVETA



RANHURAS ANGULARES E "CAUDA DE ANDORINHA"



CÔNICA

CÔNICA COM
HASTE

BICÔNICA



Para definir a velocidade de corte na fresadora, toma-se como referência um ponto situado na aresta cortante da fresa.

Nas fresas cilíndricas, todos os pontos de sua aresta cortante têm a mesma velocidade em qualquer ponto que se considere. Porém, nas fresas cônicas ou de perfis combinados, cada ponto de suas arestas de corte terá uma velocidade diferente. Nestes casos considera-se a velocidade que terá o ponto mais distante do eixo da fresa; esta distância será igual a metade do diâmetro maior da fresa. Em consequência, pode-se definir a velocidade de corte nas fresas, dizendo que é a velocidade linear em metros por minuto de um ponto situado sobre uma aresta de corte da fresa; nas fresas cônicas ou de perfis combinados, toma-se como referência o ponto de uma aresta cortante situado sobre o diâmetro maior da fresa.

Vários fatores influem para determinar a velocidade de corte, entre os mais importantes estão os seguintes:

- o tipo de fresa e suas dimensões
- o material a cortar
- o avanço e a profundidade de corte
- o uso de fluidos de corte
- o tipo de montagem do material

A velocidade de corte vem estabelecida em tabelas, elaboradas depois de numerosas experiências e investigações.

A velocidade de corte (V_c) mede-se em metros por minuto (m/min.) e pode-se calcular da seguinte maneira:

$$V_c = \frac{d \cdot \pi \cdot N}{1.000}$$

sendo: d = Diâmetro da fresa em milímetros.

N = Número de rotações por minuto (rpm)



Exemplo:

Calcular a velocidade de corte de uma fresa de 75mm de diâmetro que gira a 120 rpm.

$$V_c = \frac{d \cdot \pi \cdot N}{1.000} = \frac{75 \times 3,14 \times 120}{1.000} = 28,26 \text{ m/min.}$$

O que se deve fazer em cada caso, é escolher a velocidade de corte de acordo com as condições do trabalho e calcular o número (N) de rpm, para colocá-la na máquina, com a finalidade de que a fresa trabalhe com a velocidade selecionada.

Para obter o número de rotações por minuto (rpm), procuram-se os valores na tabela de velocidade de corte correspondente, levando em consideração os fatores antes mencionados e aplica-se a fórmula seguinte:

$$N = \frac{V_c \times 1.000}{d \cdot \pi} \quad \text{rpm}$$

Exemplo

Calcular o número de rotações por minuto (rpm) que deve girar uma fresa de 80mm de diâmetro com a velocidade de corte de 20m/min.

$$N = \frac{V_c \times 1.000}{d \cdot \pi} = \frac{20 \times 1.000}{80 \times 3,14} = 79,6 \quad 79 \text{ rpm}$$

No caso de não existir na fresadora o número calculado, escolhe-se o imediatamente inferior.

A tabela anexa indica as velocidades de corte recomendados, segundo o material e o tipo da fresa.



VELOCIDADE DE CORTE EM m/min.

NOTA: Para fresas de carboneto a velocidade de corte deve ser três (3) vezes maior.

| Operação Fresas e materiais | DESBASTE | | ACABAMENTO | |
|------------------------------------|----------|-----|------------|-----|
| | DE | ATÉ | DE | ATÉ |
| FRESAS CILÍNDRICAS | | | | |
| Aço duro | 8 | 10 | 10 | 14 |
| Aço semiduro | 10 | 12 | 14 | 18 |
| Aço doce | 12 | 14 | 18 | 22 |
| Ferro fundido | 10 | 12 | 14 | 18 |
| Metais leves | 150 | 200 | 200 | 300 |
| Bronze | 30 | 40 | 40 | 60 |
| FRESAS COM HASTE | | | | |
| Aço duro | 12 | 14 | 16 | 18 |
| Aço semiduro | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Aço doce | 16 | 18 | 20 | 24 |
| Ferro fundido | 14 | 16 | 18 | 20 |
| Metais leves | 140 | 180 | 150 | 180 |
| Bronze | 30 | 40 | 50 | 60 |
| FRESAS CILÍNDRICAS FRONTAIS | | | | |
| Aço duro | 8 | 10 | 12 | 40 |
| Aço semiduro | 10 | 12 | 16 | 18 |
| Aço doce | 12 | 14 | 20 | 22 |
| Ferro fundido | 10 | 12 | 16 | 18 |
| Metais leves | 150 | 250 | 200 | 300 |
| Bronze | 30 | 40 | 40 | 60 |
| FRESAS COM DENTES POSTIÇOS | | | | |
| Aço duro | 10 | 12 | 15 | 20 |
| Aço semiduro | 12 | 15 | 20 | 25 |
| Aço doce | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Ferro fundido | 12 | 18 | 20 | 25 |
| Metais leves | 200 | 300 | 200 | 400 |
| Bronze | 40 | 60 | 50 | 80 |
| FRESAS DE DISCO | | | | |
| Aço duro | 8 | 10 | 10 | 14 |
| Aço semiduro | 10 | 18 | 14 | 18 |
| Aço doce | 12 | 14 | 18 | 22 |
| Ferro fundido | 10 | 12 | 14 | 18 |
| Metais leves | 150 | 200 | 200 | 300 |
| Bronze | 30 | 40 | 40 | 60 |
| FRESAS-SERRA | | | | |
| Aço duro | 15 | 20 | 25 | 30 |
| Aço semiduro | 25 | 30 | 35 | 40 |
| Aço doce | 35 | 40 | 45 | 50 |
| Ferro fundido | 20 | 30 | 30 | 40 |
| Metais leves | 200 | 300 | 300 | 400 |
| Bronze | 40 | 60 | 30 | 40 |



O corte dos materiais por meio de fresas, é feito combinando-se seu movimento de rotação (M_r) com o avanço do material (M_a).

Para trabalhar corretamente, consideraremos de maneira muito simples o que acontece durante o corte com os dentes laterais de uma fresa.

Em um dado momento, o dente (1) estará em contato com o material (fig. 1) no ponto (A) e continuará até o ponto (B) devido à rotação da fresa.

O dente (2) que lhe segue, entrará em contato no ponto (C) do material, quando chegar na posição que tem o (1) na figura, e deixará de cortar no ponto (D). Para esse então haverá cortado o material que corresponde à área hachurada (BCD), que se denomina "Secção do cavaco".

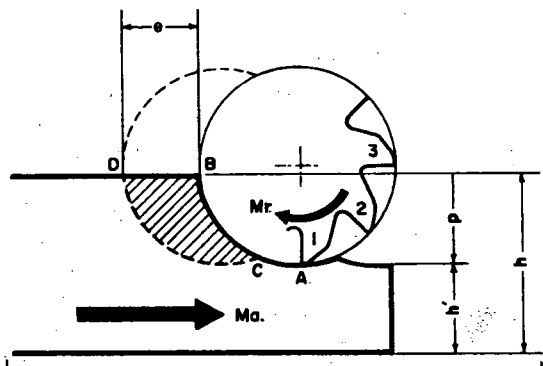


Fig. 1

AVANÇO POR DENTE (e).

A distância (e) que há entre as trajetórias de dois dentes consecutivos, como o (1) e o (2), denomina-se avanço por dente e expressa-se em milímetros. Por exemplo: $e = 1\text{mm}$.

AVANÇO POR ROTAÇÃO (a).

Quando o dente der uma volta completa, voltará a pôr-se em contato com o material, porém cada dente da fresa haverá cortado um cavaco.

Se a fresa tem (n) dentes, o material terá deslocado uma distância.

$$n \cdot e = a \text{ (Avanço por rotação)}$$

Por exemplo, se a fresa tem oito dentes ($n = 8$) e o material avança 1mm por cada dente ($e = 1\text{mm}$), o avanço por rotação será: $a = n \cdot e = 8 \times 1 = 8\text{mm}$.

ROTAÇÕES POR MINUTO (N).

Assim é chamada a quantidade de voltas completas que dá a fresa em um minuto. Designa-se com a letra (N). Por exemplo: $N = 800 \text{ rpm}$, significa que dá 800 rotações por minuto.

**AVANÇO POR MINUTO (A).**

Se sabemos quanto avança o material em cada volta da fresa (avanço a), e conhecemos o número de rotações por minuto (N), podemos calcular o avanço do material por minuto. Este dado é importante, pois é o que se seleciona na caixa de avanços da fresadora.

Por exemplo: se $e = 1\text{mm}$; $n = 8$; $N = 200$

O avanço por minuto $a = e \cdot n \cdot N = 1 \times 8 \times 200 = 1.600\text{mm/min}$.

TABELA

AVANÇOS POR DENTE EM mm

| MATERIAL | FRESAS DE DENTES FRESADOS | FRESAS DE DENTES POSTIÇOS |
|---------------|------------------------------|------------------------------|
| Aço | 0,05 a 0,2 | 0,05 a 1 |
| Ferro fundido | 0,1 a 0,5 | 0,1 a 2 |
| Bronze | 0,1 a 0,3 | 0,1 a 1,5 |
| Alumínio | 0,05 a 0,15 | 0,05 a 0,6 |

Vejamos agora um exemplo real de cálculo de avanço por minuto.

Número de dentes da fresa $n = 10$

Número de rotações por minuto (rpm) $N = 100$

Avanço por dente $e = 0,1\text{mm}$.

Avanço por minuto do material

$$A = e \cdot n \cdot N = 0,1 \times 10 \times 100 = 100\text{mm/minuto}.$$

Com este resultado vamos à máquina e observamos quais são os avanços disponíveis. Não havendo o de $A = 100\text{mm/minuto}$, escolhemos o imediatamente inferior, por exemplo, $A = 96\text{mm/minuto}$.

PROFUNDIDADE DE CORTE (P_r).

A diferença entre a altura (h) do material antes do corte e a altura (h') depois do corte, chama-se profundidade de corte (P_r). É o que a fresa penetrou na peça para retirar uma camada de material, comumente conhecida com o nome de passe (fig. 1).

FRESAGEM TANGENCIAL

Quando a fresa corta com os dentes laterais, como mostra a fig. 2, denomina-se fresagem tangencial. Pode-se deduzir que cada dente ao cortar, deixa sobre o material uma curva e que a trajetória de dois dentes consecutivos, determinam uma saliência (P).

Esta saliência se repete para cada corte de cada dente, deixando uma ondulação sobre o material, característico desta forma de fresar.

Quando essas saliências têm uma altura (b) que se deseja diminuir para se obter melhor superfície, consegue-se diminuindo o avanço (e) e aumentando o diâmetro da fresa (fig. 3).

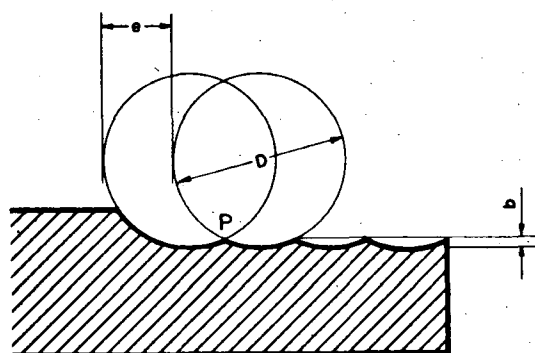


Fig. 2

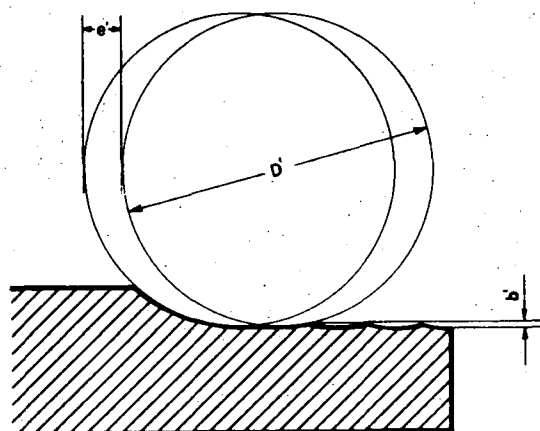


Fig. 3

FRESAGEM FRONTAL

Chama-se fresagem frontal aquela em que a superfície perpendicular ao eixo da fresa tem um acabamento produzido pelos dentes frontais, enquanto os laterais trabalham tangencialmente (fig. 4).

Os dentes frontais têm suas arestas cortantes coincidindo com o plano da superfície usinada; portanto, a rotação da fresa e o avanço simultâneo do material, permitem obter uma superfície plana sem as saliências características da fresagem tangencial.

Isto faria preferível, se possível, trabalhar com fresagem frontal. Contudo convém advertir que qualquer descentragem da fresa ou afiação incorreta, faz com que um dente fique mais baixo que os outros e então sua trajetória fique marcada no material, prejudicando o acabamento.

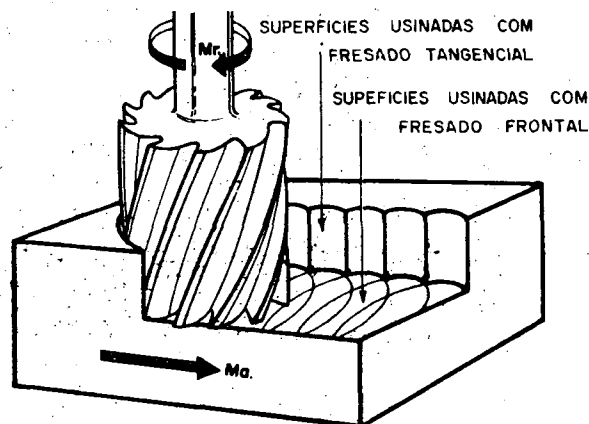


Fig. 4

I CABEÇOTE UNIVERSAL

O cabeçote universal é um acessório da máquina de fresar. O eixo principal que possui o cabeçote pode ser colocado formando qualquer ângulo com a superfície da mesa.

Este acessório acopla-se ao eixo principal da máquina. Por suas especiais características, dá à fresadora suas principais condições de universalidade, permitindo realizar as mais variadas operações de fresagem.

CONSTITUIÇÃO

Está composto de tres (3) corpos A, B e C (fig. 1):

O *Corpo A* que se fixa no corpo da máquina, apresenta uma superfície circular de apoio (1-A), na qual pode girar o resto do cabeçote em um plano vertical. Uma graduação permite a leitura do ângulo que se deseja fixar.

Corpo B que se adapta à base apoiada no corpo da máquina. Apresenta outra superfície circular de apoio na qual está colocado o terceiro corpo (1-B).

Corpo C. É o corpo que contém o eixo principal secundário. Este corpo é fixado ao corpo B através da superfície circular e que pode girar em um plano perpendicular ao da superfície circular do corpo A. (1-C).

FUNCIONAMENTO

O movimento de rotação chega ao eixo principal secundário no cabeçote universal, através do eixo intermediário (fig. 2) que se monta no eixo principal da máquina, no qual se acopla o sistema de engrenagens do mecanismo interior do cabeçote.

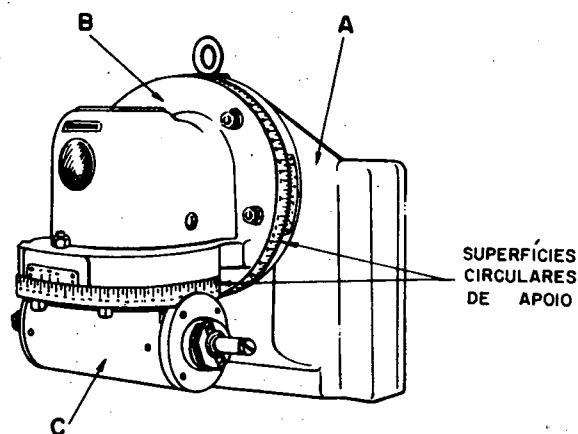


Fig. 1

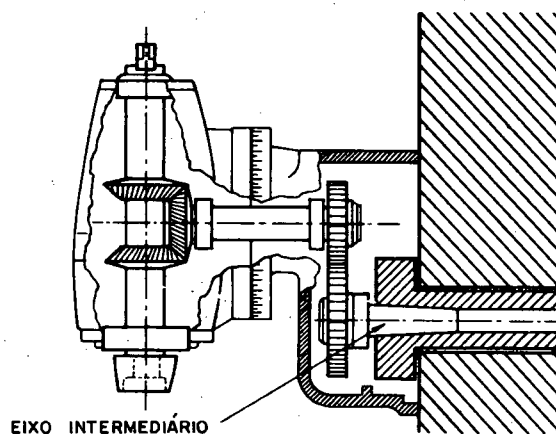


Fig. 2

II - CABEÇOTE VERTICAL

Este é um aparelho similar ao cabeçote universal que se monta na fresadora horizontal (fig. 3). Suas possibilidades são mais limitadas que as do cabeçote universal, pois só pode girar em um plano vertical. O sistema de engrenagens do mecanismo interior está em uma relação tal, que lhe permite ter no eixo principal secundário, velocidades maiores que as do eixo principal da máquina e do cabeçote universal.

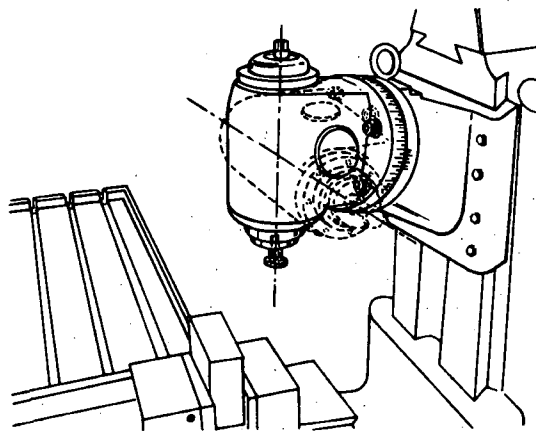


Fig. 3

CONDIÇÕES DE USO

Com estes acessórios se deve ter as seguintes precauções para conservá-los em ótimas condições de funcionamento:

- Ao utilizá-los evitar golpes que possam danificar as superfícies de apoio.
- Conservar um ajuste correto nos órgãos móveis de seu mecanismo.
- Mantê-los lubrificados de acordo com as instruções do fabricante.
- Limpar bem o cone do eixo principal antes da montagem de qualquer porta-ferramenta.
- Antes de por a máquina em funcionamento, é conveniente fazê-lo girar manualmente para verificar se a montagem foi feita corretamente.
- Quando se tiver que apertar ou soltar o porta-ferramenta com o tirante, deve-se engrenar a mínima velocidade de rotação.



É um conjunto de acessórios que, montados sobre a mesa da fresadora, tem como função principal produzir deslocamentos giratórios controlados, na peça, com os quais podem-se obter divisões exatas.

A disposição deste conjunto, de acordo com as necessidades do trabalho, permite fixar e posicionar o material e executar ranhuras helicoidais ao longo de uma superfície cilíndrica.

COMPOSIÇÃO

Os acessórios que em conjunto (fig. 1) dão cumprimento aos objetivos assinalados são:

Cabeçote divisor

Macaco

Contraponta

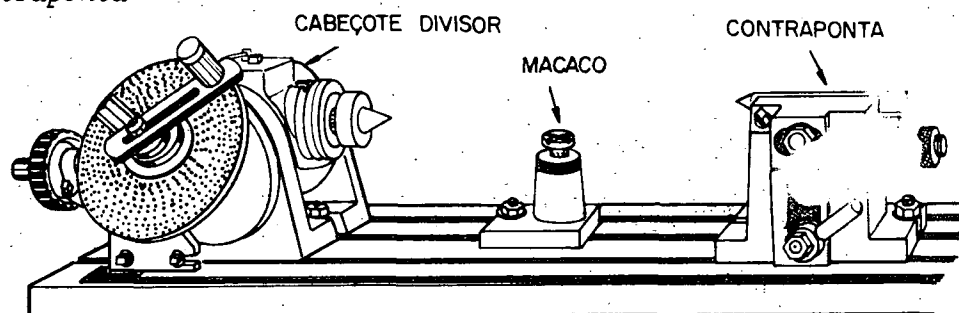


Fig. 1

Cabeçote divisor

É um dos acessórios mais importantes, projetado para ser usado na mesa da fresadora. Tem como objetivo principal fazer a divisão da trajetória circular da peça e prender o material a ser trabalhado.

Dois são os tipos de cabeçotes divisores mais comumente usados na indústria.

cabeçote divisor simples

cabeçote divisor universal

Por sua importância, funcionamento e constituição interna, serão tratados em temas separados.

Estes acessórios complementam sua ação com um conjunto de órgãos (fig. 2) que se descrevem a seguir.

- disco divisor
- suporte de engrenagens
- rodas dentadas
- ponto de centro
- placa de arrasto e arrastador
- placa universal

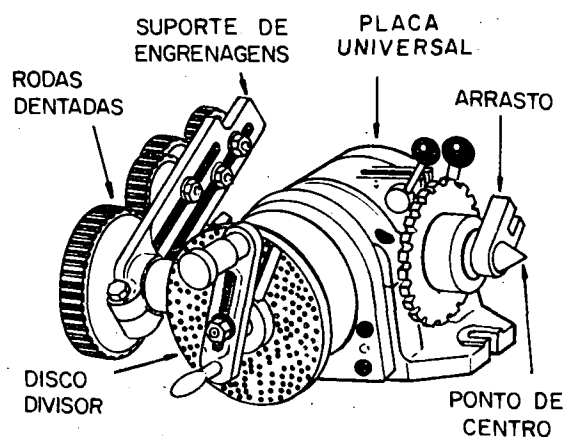
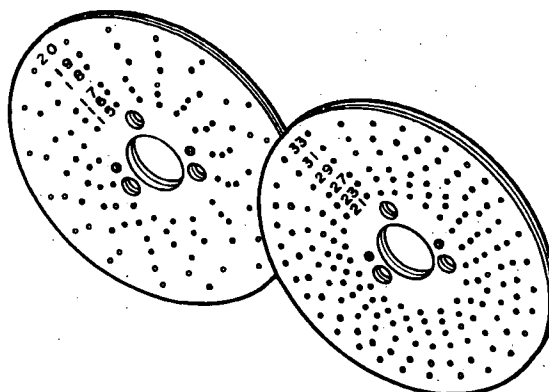


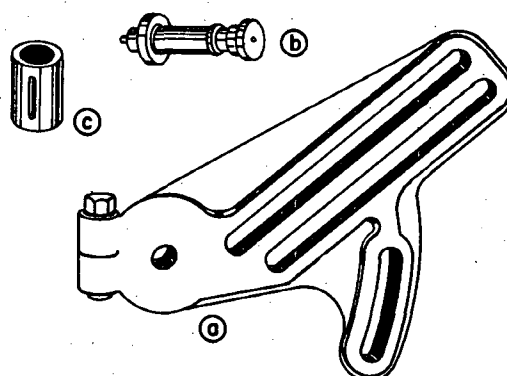
Fig. 2

O *disco divisor* é um disco de aço provido de uma série de circunferências concêntricas, nas quais estão os furos distribuídos proporcionalmente (figura 3). Em alguns casos, ambas as faces do disco contêm circunferências com diferentes séries de furos. Estas circunferências vêm numeradas, indicando a quantidade de furos contidos, que facilita sua seleção com rapidez e sem equívocos.


Fig. 3

O *suporte de engrenagens* (fig. 4) é o conjunto de elementos que sustenta e fixa as engrenagens. Compõem este conjunto: o suporte (a), os eixos de fixação (b) e as buchas (c), que de acordo com as necessidades permitem posicionar as rodas dentadas para conseguir o engrenamento entre si e a transmissão de um movimento com uma relação desejada.

As *rodas dentadas* (fig. 5) são rodas que diferem uma das outras em dimensões e em número de dentes. Estas rodas formam o trem de engrenagens que montado no cabeçote divisor permite ampliar as possibilidades de divisões, e montadas entre o cabeçote divisor e o fuso da mesa, permitem os movimentos necessários para fresar hêlices ou espirais.

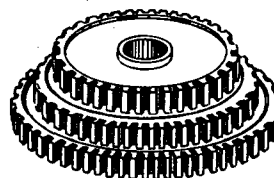
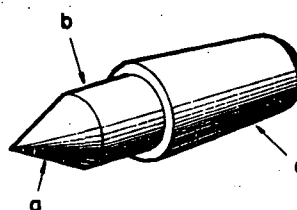

Fig. 4

Os *pontos de centro* (fig. 6) constam de:

a) uma ponta cônica de 60°, onde se apoia o furo de centro feito no extremo da peça.

b) uma parte cilíndrica que se ajusta ao furo da placa de arrasto.

c) no extremo oposto, apresenta uma superfície cônica igual à conicidade do furo do eixo principal do cabeçote divisor.


Fig. 5

Fig. 6

A placa de arrasto e o arrastador são órgãos necessários para a montagem das peças longas que devem ser fresadas entrepontas. Asseguram a montagem e transmitem o movimento que recebem do cabeçote divisor. Os parafusos destes órgãos (fig. 7) fixam respectivamente a peça no furo do arrastador e este à ranhura da placa de arrasto. O propósito da segunda fixação é retirar a folga que possa ficar entre o movimento de arranque e o movimento de arrasto da peça.

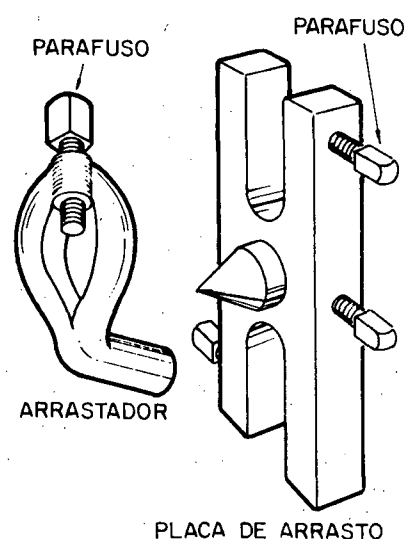


Fig. 7

O macaco (fig. 8) é um dispositivo montado sobre a mesa da fresadora, que serve de apoio às superfícies das peças longas e delgadas, ou nas peças de metais leves que apresentam perigo de flexão sob o esforço de corte da ferramenta de trabalho.

Está constituído por:

- a) Parafuso
- b) Porca
- c) Corpo
- d) Base

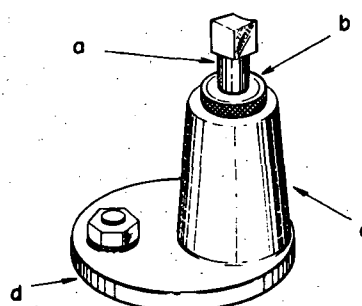


Fig. 8

Cada elemento cumpre funções específicas na fixação e regulagem da altura desejada do material.

A contraponta é usada para sustentar o extremo das peças, que por suas dimensões requerem um apoio (fig. 9). Para que este recurso seja utilizado, os extremos da peça devem levar furos de centro.

Está constituída por um corpo fundido (A) em cuja base existem duas chavetas que servem para seu posicionamento na ranhura da mesa. Sobre o corpo vão montadas as barras deslizantes B e C que permitem os deslocamentos longitudinal e vertical segundo as necessidades de centragem da peça.

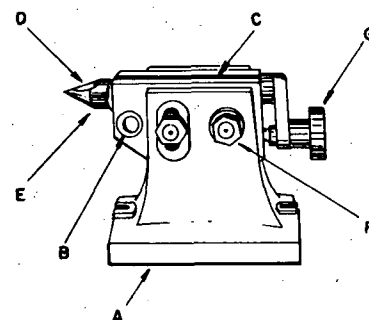


Fig. 9



A barra (C) que se desloca longitudinalmente, leva no extremo um ponto de centro (E) com um rebaixo (D) ligeiramente acima do eixo horizontal que permite a saída da fresa ao realizar seu trabalho.

A porca (F) e o volante (G) possibilitam o deslocamento e a fixação das barras nas posições de trabalho desejadas.

CONDIÇÕES DE USO

As partes móveis devem estar lubrificadas para facilitar seu movimento.

CONSERVAÇÃO

Todos os acessórios anteriormente enumerados devem ser usados com cuidado e guardados em lugar próprio e seguro.

RESUMO

O conjunto divisor é destinado a:

1. obter divisões
2. fixar e posicionar o material
3. possibilitar a execução de ranhuras helicoidais e contornos especiais

Constituição.

- cabeçote divisor universal
- macaco
- contra-ponta

Órgãos do cabeçote divisor.

- disco divisor
- suporte de engrenagens
- rodas dentadas
- ponto de centro
- placa de arrasto
- arrastador
- placa universal

A chaveta é um corpo prismático que pode ter faces paralelas e inclinadas, o que depende da grandeza do esforço e tipo de movimento que deve transmitir. São construídas de aço. A união por chaveta é um tipo de união desmontável, que permite aos eixos transmitirem seus movimentos a outros órgãos, tais como engrenagens e polias.

CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

CHAVETAS DE CUNHA (fig. 1).

As chavetas tem este nome, quando uma ou duas de suas faces são inclinadas, permitindo a união dos órgãos por efeito dessa inclinação.

Dividem-se em dois grupos:

- Chavetas longitudinais
- Chavetas transversais

Chavetas longitudinais

Empregam-se para unir elementos de máquinas que devem girar. Podem ser com ou sem cabeça, para facilitar sua montagem e desmontagem (fig. 2).

Sua inclinação é de 1:100 e suas medidas principais estão definidas por:

- a altura (h)
- o comprimento (l)
- a largura (b)

Estas chavetas dividem-se em:

Chavetas encaixadas (fig. 3) é a chaveta mais usada e sua forma corresponde ao tipo mais simples de chaveta de cunha. Para possibilitar seu emprego o rasgo do eixo é sempre mais comprido que a chaveta. Pode ou não levar cabeça. Suas dimensões estão definidas nas normas DIN 141, DIN 490 e DIN 6883. (Ver tabela).

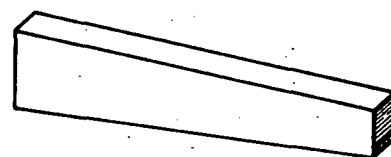


Fig. 1

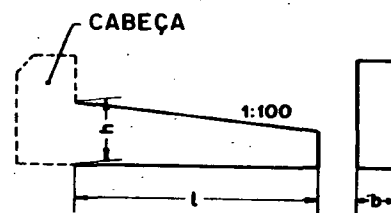


Fig. 2

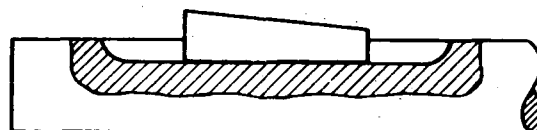


Fig. 3

Chavetas embutidas (fig. 4). Este tipo de chaveta tem os extremos arredondados. O rasgo para o seu alojamento no eixo, tem o mesmo comprimento da chaveta. As chavetas embutidas nunca têm cabeça. Suas dimensões estão definidas nas normas DIN 269.

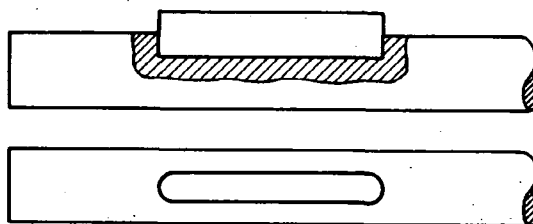


Fig. 4

Chavetas meia-cana (fig. 5). Sua designação é derivada da forma de sua base que é côncava. Podem ou não levar cabeça. Para sua montagem, não é necessário rasgo no eixo, pois transmitem o movimento por efeito do atrito, de maneira que quando o esforço no órgão conduzido é muito grande, a chaveta desliza sobre o eixo. Suas dimensões estão definidas nas normas DIN 143, DIN 492 e DIN 6881.

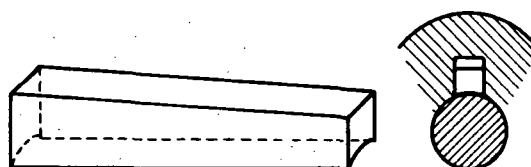


Fig. 5

Chavetas planas (fig. 6). Em sua forma, são similares às chavetas encaixadas, porém, para sua montagem não se abre rasgo no eixo mas se faz um rebainho plano. Pode ou não levar cabeça e as normas DIN 142 e DIN 491 assinalam as dimensões correspondentes.

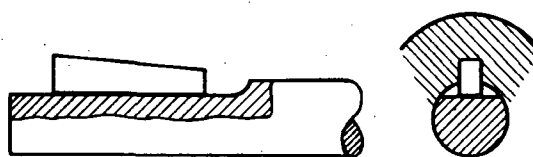


Fig. 6

Chavetas tangenciais (fig. 7). A diferença, em relação às anteriores, é que são formadas por um par de cunhas em cada rasgo. Além disso, são sempre utilizadas duas chavetas e os rasgos são posicionados a 120°. Sua designação de tangencial, corresponde a posição relativa ao eixo. Nunca levam cabeça e suas dimensões estão especificadas nas normas DIN 268 e DIN 271 (Ver tabela).

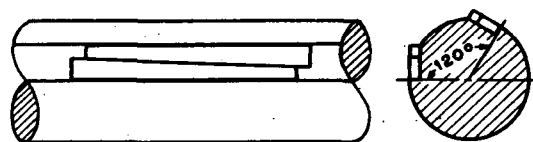


Fig. 7

Chavetas transversais.

Este tipo de chaveta emprega-se para uniões de órgãos que transmitem movimento retilíneo alternativo. São há duas variedades:

Chaveta transversal simples (fig. 8) que tem inclinação em um de seus lados, e

Chaveta transversal dupla (fig. 9) que leva inclinação em ambos os lados.

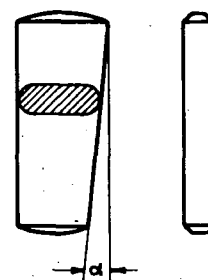


Fig. 8

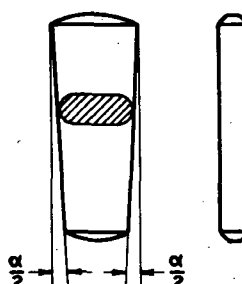
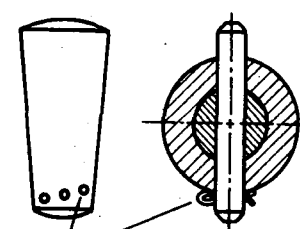


Fig. 9

Quando são empregadas para uniões permanentes, sua inclinação varia entre 1:25 e 1:50. Se a união necessita de montagens e desmontagens frequentes, a inclinação pode ser de 1:6 até 1:15, neste caso empregam-se contrapinos (fig. 10), para impedir sua saída.



CONTRAPINOS

Fig. 10

CHAVETAS PARALELAS

As chavetas são designadas com este nome quando suas faces são paralelas e portanto não tem inclinação alguma (fig. 11). A transmissão do movimento é feita pelo ajuste de suas faces laterais com as do rasgo de chaveta. As variedades que há (fig. 12) dependem de:

- a - forma de seus extremos, que podem ser retos ou arredondados
- b - quantidade de elementos de fixação da chaveta ao eixo.

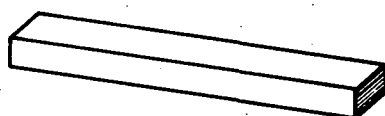


Fig. 11

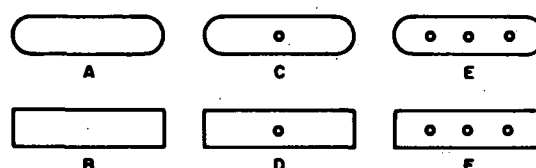


Fig. 12

As chavetas paralelas não levam cabeça. As dimensões para estas chavetas estão especificadas nas normas DIN 144, DIN 269, DIN 270 e DIN 6885 (Ver tabela).

Quando as chavetas devem permitir o deslizamento axial do cubo sobre o eixo, identificam-se como chavetas de deslizamento. Em caso contrário são designadas como chavetas de fixação.

CHAVETAS DE DISCO

São uma variante das chavetas paralelas, porém recebem este nome porque sua forma corresponde a de um segmento circular (fig. 13). Transmitem o movimento por arrasto de suas faces laterais. Também são conhecidas pelo nome de chavetas "Woodruff". Embora sua forma normalizada seja a de um segmento circular (fig. 14). Também se usa uma variante de segmento truncado (fig. 15). Suas dimensões estão especificadas nas normas DIN 496 e DIN 6888. (Ver tabela).



Fig. 13

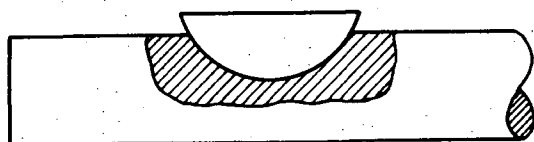


Fig. 14

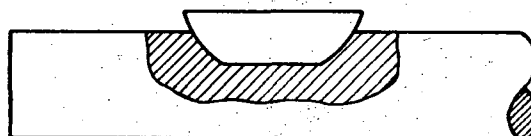


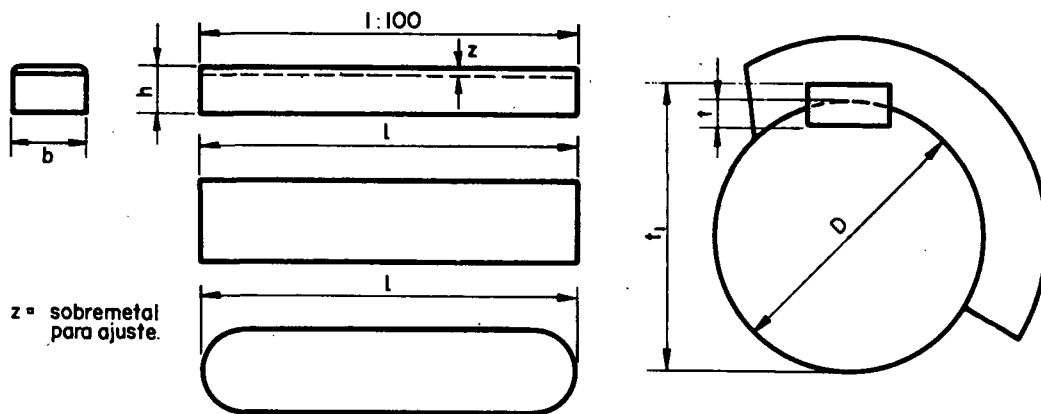
Fig. 15

RESUMO

| | | | |
|----------|-----------|--|---|
| CHAVETAS | De cunha | Longitudinais | Encaixadas Embutidas Meia cana Planas Tangenciais |
| | | Transversais | Simples Duplas |
| | Paralelas | De fixação (curtas) | De extremos retos De extremos arredondados |
| | | De deslizamento (longas) | De extremos retos De extremos arredondados |
| | De disco | Segmento circular Segmento truncado | |

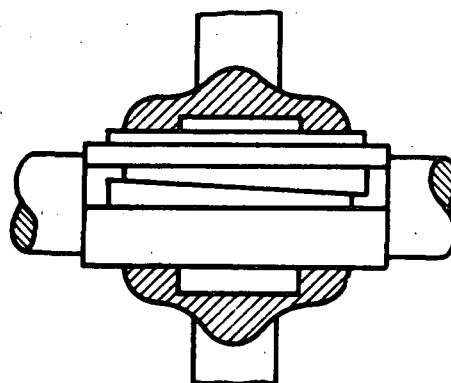
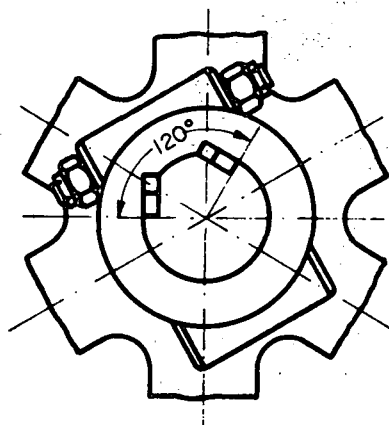
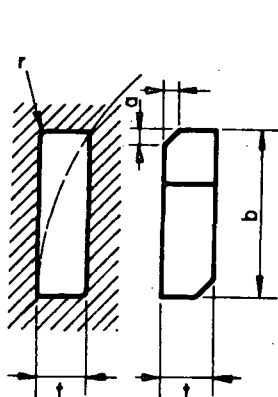
CHAVETAS ENCAIXADAS (sem cabeça)

DIN 141



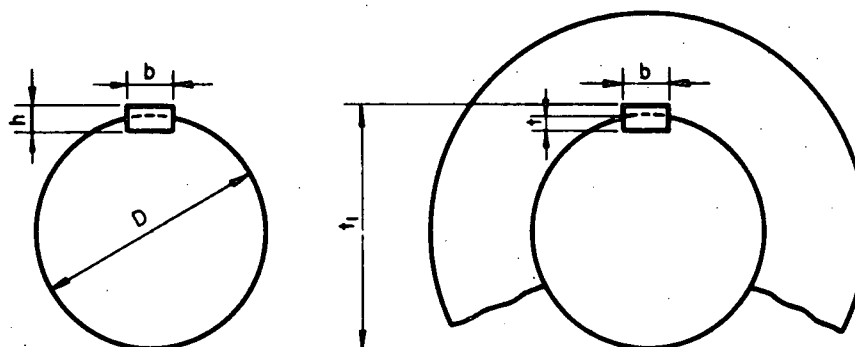
| D | b | h | z | l | | t | t ₁ |
|-----------|-----|----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| | | | | de | até | | |
| 10 a 12 | 4 | 4 | 0,3 | 10 | 30 | 2,5 | D + 1,5 |
| 12 a 17 | 5 | 5 | 0,3 | 10 | 40 | 3 | 2 |
| 17 a 22 | 6 | 6 | 0,3 | 12 | 50 | 3,5 | 2,5 |
| 22 a 30 | 8 | 7 | 0,3 | 20 | 70 | 4 | 3 |
| 30 a 38 | 10 | 8 | 0,3 | 25 | 90 | 4,5 | 3,5 |
| 38 a 44 | 12 | 8 | 0,3 | 30 | 120 | 4,5 | 3,5 |
| 44 a 50 | 14 | 9 | 0,4 | 35 | 140 | 5 | 4 |
| 50 a 58 | 16 | 10 | 0,4 | 45 | 180 | 5 | 5 |
| 58 a 68 | 18 | 11 | 0,4 | 50 | 220 | 6 | 5 |
| 68 a 78 | 20 | 12 | 0,4 | 60 | 200 | 6 | 6 |
| 78 a 92 | 24 | 14 | 0,4 | 70 | 280 | 7 | 7 |
| 92 a 110 | 28 | 16 | 0,5 | 80 | 300 | 8 | 8 |
| 110 a 130 | 32 | 18 | 0,5 | 90 | 350 | 9 | 9 |
| 130 a 150 | 36 | 20 | 0,5 | 100 | 400 | 10 | 10 |
| 150 a 170 | 40 | 22 | 0,5 | 120 | 400 | 11 | 11 |
| 170 a 200 | 45 | 25 | 0,5 | 160 | 400 | 13 | 12 |
| 200 a 230 | 50 | 28 | 0,5 | 180 | 400 | 14 | 14 |
| 230 a 260 | 55 | 30 | 0,5 | - | - | 15 | 15 |
| 260 a 290 | 60 | 32 | 0,5 | - | - | 16 | 16 |
| 290 a 330 | 70 | 36 | 0,5 | - | - | 18 | 18 |
| 330 a 380 | 80 | 40 | 0,5 | - | - | 20 | 20 |
| 380 a 440 | 90 | 45 | 0,5 | - | - | 23 | 22 |
| 440 a 500 | 100 | 50 | 0,5 | - | - | 25 | 25 |

CHAVETAS TANGENCIAIS
(DIN 268)



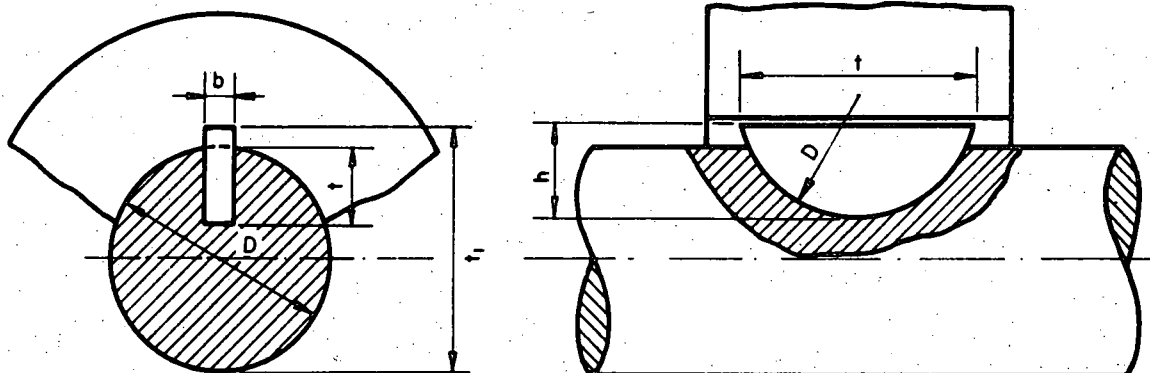
| D | Rasgo de chaveta | | | Chaveta a | D | Rasgo de chaveta | | | Chaveta a |
|-----|------------------|-----|---|--------------|------|------------------|-----|---|--------------|
| | t | b | r | | | t | b | r | |
| 100 | 10 | 30 | 2 | 3 | 460 | 46 | 138 | 4 | 5 |
| 110 | 11 | 33 | 2 | 3 | 480 | 48 | 144 | 5 | 6 |
| 120 | 12 | 36 | 2 | 3 | 500 | 50 | 150 | 5 | 6 |
| 130 | 13 | 39 | 2 | 3 | 520 | 52 | 156 | 5 | 6 |
| 140 | 14 | 42 | 2 | 3 | 540 | 54 | 162 | 5 | 6 |
| 150 | 15 | 45 | 2 | 3 | 560 | 56 | 168 | 5 | 6 |
| 160 | 16 | 48 | 2 | 3 | 580 | 58 | 174 | 5 | 6 |
| 170 | 17 | 51 | 2 | 3 | 600 | 60 | 180 | 6 | 7 |
| 180 | 18 | 54 | 2 | 3 | 620 | 62 | 186 | 6 | 7 |
| 190 | 19 | 57 | 2 | 3 | 640 | 64 | 192 | 6 | 7 |
| 200 | 20 | 60 | 2 | 3 | 660 | 66 | 198 | 6 | 7 |
| 210 | 21 | 63 | 2 | 3 | 680 | 68 | 204 | 6 | 7 |
| 220 | 22 | 66 | 2 | 3 | 700 | 72 | 216 | 6 | 7 |
| 230 | 23 | 69 | 3 | 4 | 720 | 72 | 216 | 6 | 7 |
| 240 | 24 | 72 | 3 | 4 | 740 | 74 | 222 | 6 | 7 |
| 250 | 25 | 75 | 3 | 4 | 760 | 76 | 228 | 6 | 7 |
| 260 | 26 | 78 | 3 | 4 | 780 | 78 | 234 | 6 | 7 |
| 270 | 27 | 81 | 3 | 4 | 800 | 80 | 240 | 6 | 7 |
| 280 | 28 | 84 | 3 | 4 | 820 | 82 | 246 | 6 | 7 |
| 290 | 29 | 87 | 3 | 4 | 840 | 84 | 252 | 6 | 7 |
| 300 | 30 | 90 | 3 | 4 | 860 | 86 | 258 | 6 | 7 |
| 320 | 32 | 96 | 3 | 4 | 880 | 88 | 264 | 8 | 9 |
| 340 | 34 | 102 | 3 | 4 | 900 | 90 | 270 | 8 | 9 |
| 360 | 36 | 108 | 3 | 4 | 920 | 92 | 276 | 8 | 9 |
| 380 | 38 | 114 | 4 | 5 | 940 | 94 | 282 | 8 | 9 |
| 400 | 40 | 120 | 4 | 5 | 960 | 96 | 288 | 8 | 9 |
| 420 | 42 | 126 | 4 | 5 | 980 | 98 | 294 | 8 | 9 |
| 440 | 44 | 132 | 4 | 5 | 1000 | 100 | 300 | 8 | 9 |

CHAVETAS PARALELAS
(DIN 269)



| Eixo | | | Chaveta paralela | | Rasgo de chaveta | | |
|------|---|-----|------------------|------|------------------|-----|----------------|
| D | | | b x h | | b | t | t ₁ |
| 10 | a | 12 | 4 | x 4 | 4 | 2,5 | D + 1,7 |
| 12 | a | 17 | 5 | x 5 | 5 | 3 | 2,2 |
| 17 | a | 22 | 6 | x 6 | 6 | 3,5 | 2,7 |
| 22 | a | 30 | 8 | x 7 | 8 | 4 | 3,2 |
| 30 | a | 38 | 10 | x 8 | 10 | 4,5 | 3,7 |
| 38 | a | 44 | 12 | x 8 | 12 | 4,5 | 3,7 |
| 44 | a | 50 | 14 | x 9 | 14 | 5 | 4,2 |
| 50 | a | 58 | 16 | x 10 | 16 | 5 | 5,2 |
| 58 | a | 68 | 18 | x 11 | 18 | 6 | 5,3 |
| 68 | a | 78 | 20 | x 12 | 20 | 6 | 6,3 |
| 78 | a | 92 | 24 | x 14 | 24 | 7 | 7,3 |
| 92 | a | 110 | 28 | x 16 | 28 | 8 | 8,3 |
| 110 | a | 130 | 32 | x 18 | 32 | 9 | 9,3 |
| 130 | a | 150 | 36 | x 20 | 35 | 10 | 10,3 |
| 150 | a | 170 | 40 | x 22 | 40 | 11 | 11,3 |
| 170 | a | 200 | 45 | x 26 | 45 | 13 | 12,3 |
| 200 | a | 230 | 50 | x 28 | 50 | 14 | 14,3 |
| 230 | a | 260 | 55 | x 30 | 55 | 16 | 15,3 |
| 260 | a | 290 | 60 | x 32 | 60 | 18 | 16,4 |
| 290 | a | 330 | 70 | x 36 | 70 | 19 | 18,4 |
| 330 | a | 380 | 80 | x 40 | 80 | 20 | 20,4 |
| 380 | a | 440 | 90 | x 45 | 90 | 23 | 22,4 |
| 440 | a | 500 | 100 | x 50 | 100 | 25 | 25,4 |

CHAVETAS DE DISCO (Woodruff)
(DIN 122)



| D | b x h | Rasgo de chaveta | | D | b x h | Rasgo de chaveta | |
|---------|-----------|------------------|----------------|---------|---------|------------------|----------------|
| | | t | t ₁ | | | t | t ₁ |
| 3 a 4 | 1 x 1,4 | 0,9 | D + 0,6 | 22 a 28 | 6 x 9 | 7,4 | D + 1,8 |
| 4 a 5 | 1,5 x 1,4 | 0,9 | D + 0,6 | | 6 x 10 | 8,4 | |
| | 1,5 x 2,6 | 2,1 | | | 6 x 11 | 9,4 | |
| | | | | | 6 x 13 | 11,4 | |
| 5 a 7 | 2 x 2,6 | 1,8 | D + 0,9 | 28 a 38 | 8 x 11 | 9,5 | D + 1,7 |
| | 2 x 3,7 | 2,9 | | | 8 x 13 | 11,5 | |
| 7 a 9 | 2,5 x 3,7 | 2,9 | D + 0,9 | | 8 x 15 | 13,5 | |
| | | | | | 8 x 16 | 14,5 | |
| | | | | | 8 x 17 | 15,5 | |
| 9 a 13 | 3 x 3,7 | 2,5 | D + 1,3 | 38 a 48 | 10 x 16 | 14 | D + 2,2 |
| | 3 x 5 | 3,8 | | | 10 x 17 | 15 | |
| | 3 x 6,5 | 5,3 | | | 10 x 19 | 17 | |
| | | | | | 10 x 24 | 22 | |
| 13 a 17 | 4 x 5 | 3,8 | D + 1,8 | 48 a 58 | 12 x 19 | 16,5 | D + 2,7 |
| | 4 x 6,5 | 5,3 | | | 12 x 24 | 21,5 | |
| | 4 x 7,5 | 6,3 | | | | | |
| | | | | | | | |
| 17 a 22 | 5 x 6,5 | 4,9 | | | | | |
| | 5 x 7,5 | 5,9 | | | | | |
| | 5 x 9 | 7,4 | | | | | |
| | 5 x 10 | 8,4 | | | | | |

I - RASGOS DE CHAVETA

Chamam-se rasgos de chaveta as renhuras que permitem o alojamento das chaves. Estas ranhuras executam-se tanto no eixo como no cubo do órgão que deve girar solidário, ao eixo (fig. 1).

As dimensões dos rasgos de chaveta, por estarem estritamente ligadas às dimensões das chavetas, estão normalizadas e se incluem nas normas DIN dentro das tabelas correspondentes a cada tipo de chaveta.

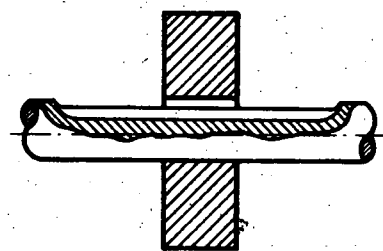


Fig. 1

Rasgos de chaveta nos eixos.

Para as chavetas longitudinais de cunha, como para as paralelas, os rasgos que se fazem nos eixos sempre são paralelos à geratriz da parte do eixo em que vai a chaveta (figura 2).



Fig. 2

Para a execução dos rasgos de chavetas correspondentes à chavetas de disco (Woodruff), empregam-se fresas especiais.

Estas fresas encontram-se normalizadas e suas dimensões especificam-se nas normas DIN 850 (ver tabela), segundo o rasgo de chaveta correspondente.

Rasgos de chaveta das peças que giram solidárias ao eixo.

A característica geral destes rasgos é que vão em todo comprimento da peça (fig. 3). No caso de rasgos para chavetas paralelas, este é paralelo, ao eixo de rotação da peça (fig. 3). Contudo, nos rasgos para chavetas longitudinais de cunha, o fundo do rasgo leva a mesma inclinação (1:100) das chavetas (fig. 4).

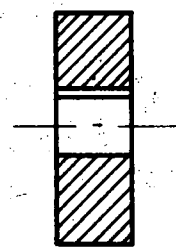


Fig. 3

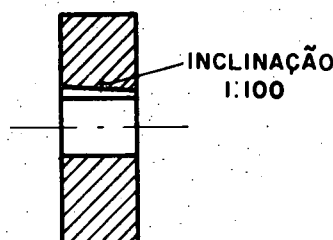


Fig. 4

II - RANHURAS EM "T"

São ranhuras cujo perfil tem a forma de "T" (fig. 5).

Constroem-se em órgãos de máquinas, tais como, mesas e placas, para servir de alojamento e guia das porcas e parafusos empregados na fixação de peças (fig. 6).

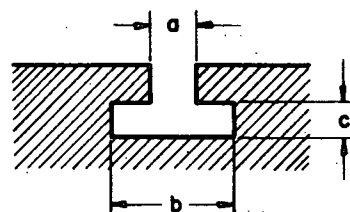


Fig. 5

Estas ranhuras constroem-se tanto retas como circulares, segundo a trajetória de deslocamento do órgão que guia (exemplo, base de morsa giratória) ou a versatilidade para a montagem de peças (exemplo, mesas ranhuradas) (figs. 7 e 8).

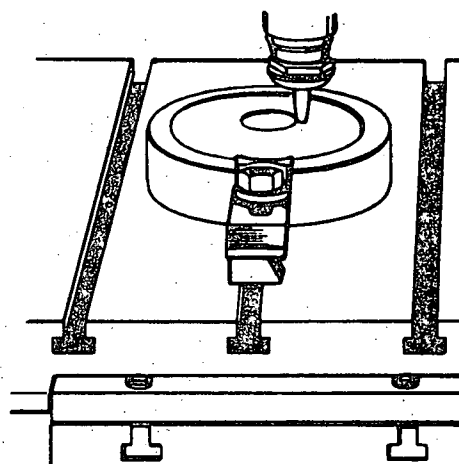


Fig. 6

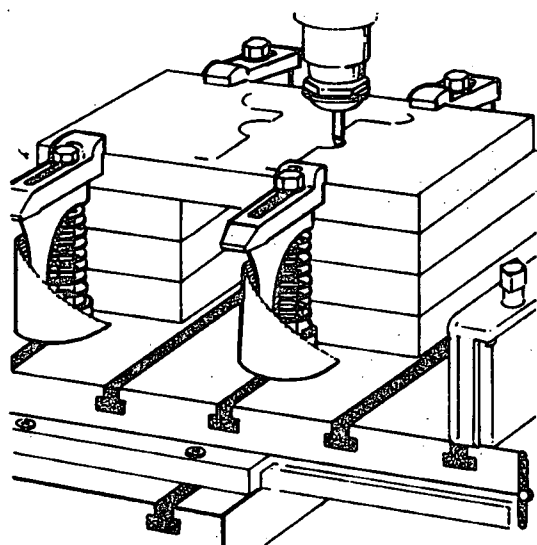


Fig. 7

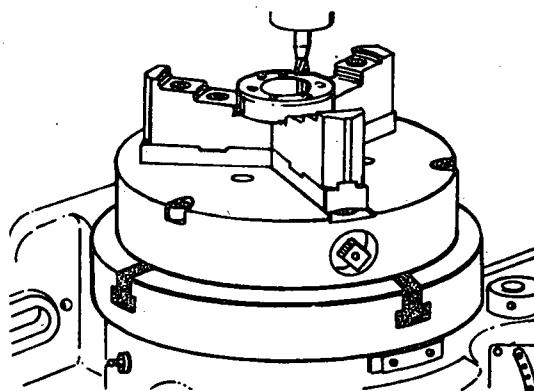
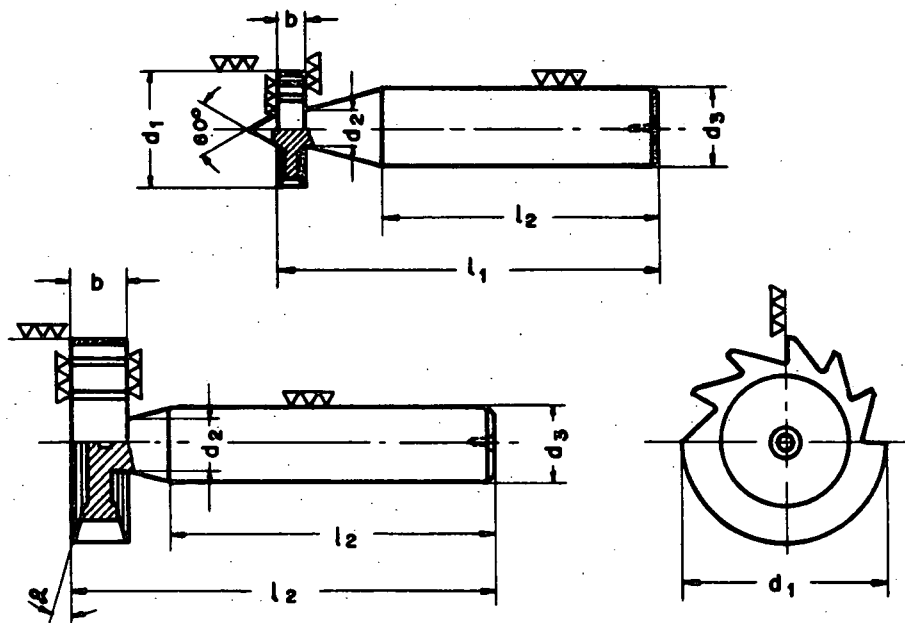


Fig. 8

Este tipo de ranhura encontra-se normalizado (ver tabela); suas medidas, especificam-se nas normas DIN e NF E 21301 (ver tabela). (NF = Normas Francesas).

As fresas para dar a forma definitiva nas ranhuras em "T" estão normalizadas; suas especificações encontram-se em DIN 851 (ver tabela).

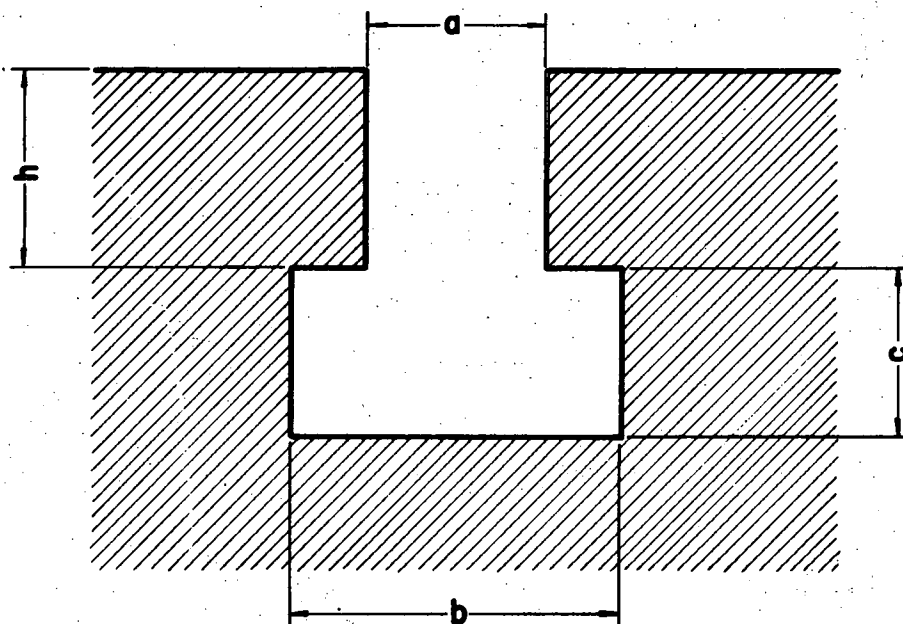
FRESAS PARA RASGOS DE CHAVETA DE DISCO (WOODRUFF)
(DIN 850)



| b | h | d ₁ | d ₂ | d ₃ | b | 1 | 2 | b | h | d ₁ | d ₂ | d ₃ | b | 1 | 2 |
|-----|-------|----------------|----------------|----------------|-----|----|----|---------|----|----------------|----------------|----------------|----|----|---|
| 1 | x 1,4 | 4 | 1,8 | 6 | 1 | 50 | 40 | 5 x 7,5 | 19 | 6 | 10 | 5 | 55 | 40 | |
| 1,5 | x 2,6 | 7 | 2,8 | 6 | 1,5 | 50 | 40 | 5 x 9 | 22 | 6 | 10 | 5 | 60 | 46 | |
| 2 | x 2,6 | 7 | 3,2 | 6 | 2 | 50 | 40 | 6 x 7,5 | 19 | 6,5 | 10 | 6 | 60 | 46 | |
| 2 | x 3,7 | 10 | 4 | 6 | 2 | 50 | 40 | 6 x 9 | 22 | 6,5 | 10 | 6 | 60 | 46 | |
| 2,5 | x 3,7 | 10 | 4 | 6 | 2,5 | 50 | 40 | 6 x 10 | 25 | 7,5 | 10 | 6 | 60 | 46 | |
| 3 | x 3,7 | 10 | 4,2 | 6 | 3 | 50 | 40 | 6 x 11 | 28 | 8,5 | 10 | 6 | 60 | 46 | |
| 3 | x 5 | 13 | 4,6 | 10 | 3 | 55 | 40 | 8 x 9 | 22 | 6,5 | 10 | 8 | 60 | 46 | |
| 3 | x 6,5 | 16 | 4,6 | 10 | 3 | 55 | 40 | 8 x 11 | 28 | 8,5 | 10 | 8 | 60 | 46 | |
| 4 | x 5 | 13 | 4,6 | 10 | 4 | 55 | 40 | 8 x 13 | 32 | 8,5 | 10 | 8 | 60 | 46 | |
| 4 | x 6,5 | 16 | 4,6 | 10 | 4 | 55 | 40 | 10 x 11 | 28 | 9,3 | 12 | 10 | 65 | 50 | |
| 4 | x 7,5 | 19 | 5,6 | 10 | 4 | 55 | 40 | 10 x 13 | 32 | 9,3 | 12 | 10 | 65 | 50 | |
| 5 | x 6,5 | 16 | 5 | 10 | 5 | 55 | 40 | 10 x 16 | 45 | 11,8 | 12 | 10 | 65 | 50 | |

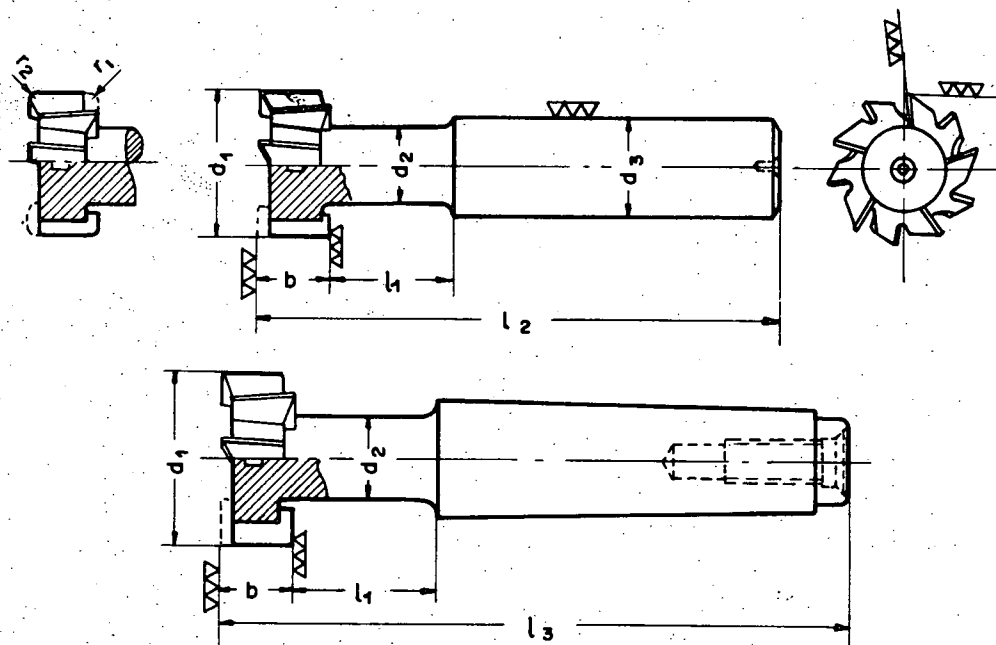


RANHURAS EM "T"
(NF E 21.301)



| a | b | c | h | |
|----|----|----|------|------|
| | | | máx. | min. |
| 6 | 11 | 6 | 9 | 6,5 |
| 8 | 15 | 7 | 12 | 9 |
| 10 | 18 | 8 | 15 | 11 |
| 12 | 22 | 11 | 18 | 13 |
| 16 | 27 | 14 | 24 | 18 |
| 20 | 33 | 16 | 30 | 22 |

FRESAS PARA RANHURAS EM "T"
(DIN 851)



| d_1 | b | Para ranhuras em T, DIN 650 | d_2 | d_3 | l_1 | l_2 | l_3 | Cone Morse num. | r_1 | r_2 |
|-------|-----|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|
| 12,5 | 6 | 6 | 5 | 10 | 9 | 56 | | | | |
| 16 | 8 | 8 | 6,5 | 10 | 12 | 63 | | | | 1,6 |
| 19 | 9 | 10 | 8 | 12,5 | 15 | 71 | | | | |
| 22 | 10 | 12 | 10 | 12,5 | 18 | 71 | | | | |
| 25 | 11 | 14 | 12 | 16 | 20 | 90 | | | 0,6 | |
| 28 | 12 | 16 | 13 | 16 | 23 | 90 | | | | |
| 32 | 14 | 18 | 15 | 20 | 26 | 110 | | | | 2,5 |
| 36 | 16 | 20 | 17 | | 29 | | 131 | | | |
| 40 | 18 | 22 | 19 | | 32 | | 136 | 3 | | |
| 45 | 20 | 24 | 20 | | 35 | | 141 | | | |
| 50 | 22 | 28 | 23 | | 39 | | 147 | | 1,0 | 4,0 |
| 56 | 24 | 32 | 27 | | 46 | | 179 | 4 | | |
| 63 | 28 | 36 | 32 | | 51 | | 188 | | 1,6 | |
| 75 | 32 | 42 | 36 | | 61 | | 229 | | | |
| 85 | 36 | 48 | 40 | | 67 | | 239 | 5 | 2,0 | 6,0 |
| 95 | 40 | 54 | 44 | | 74 | | 250 | | | |

CABEÇOTE DIVISOR SIMPLES

É um acessório usado na fresadora para fazer divisões que não necessitem muita precisão. Seu acionamento é direto entre o eixo principal que move a peça e a placa que contém o encaixe do trinquete. É usado na fresagem de hexâgonos, quadrados tais como: cabeça de parafusos e porcas.

CONSTITUIÇÃO

Consiste em um volante acoplado diretamente ao eixo principal que contém o cabeçote, o qual gira formando um só corpo (fig. 1). As divisões que se podem obter e que são pelo método de divisão direta, estão limitadas ao número de encaixes (moscas ou dentes) que possui cada placa divisora.

A placa divisora é intercambiável, contando cada divisor simples com um jogo de placas, nas quais o número de divisões é diferente.

Esta variedade, no número de divisões das placas, permite selecionar a adequada no momento de operar, uma vez que deve ter um número de divisões múltiplo das divisões a efetuar.

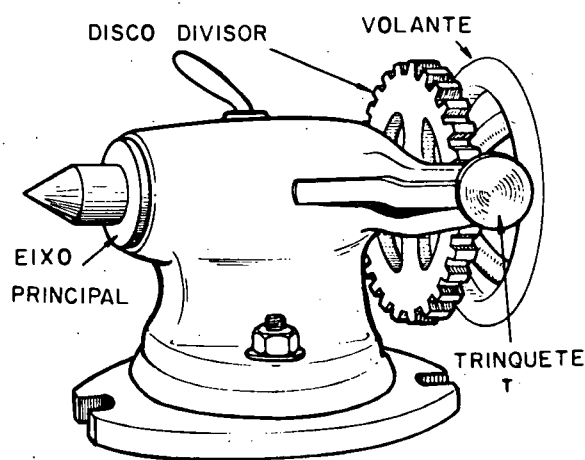


Fig. 1

FUNCIONAMENTO

Para fazer-se a divisão, levanta-se o trinquete "T" (ver figura), em alguns casos pino retrátil, e se faz girar o eixo principal, acionando o volante, de maneira que desloque tantos encaixes (moscas ou dentes) quantos foram determinados no cálculo aritmético.

DIVISÃO DIRETA

Neste sistema, para obter-se o número de divisões a deslocar, procede-se aplicando a seguinte fórmula:

$$E = \frac{D}{N}$$

D = Número de encaixes da placa divisora

N = Divisões a efetuar

E = Número de encaixes a deslocar



1º Exemplo

Sobre um cilindro se quer fresar um octógono, usando o cabeçote divisor simples e a placa divisora e selecionar com 32 divisões.

Aplicação $E = \frac{D}{N}$ $E = \frac{32}{8}$ $E = 4,$

que será o número de divisões a deslocar cada vez que se fresar uma face no cilindro. Ao completar-se uma volta obter-se-á o octógono no eixo.

Dados

$D = 60$ e $N = 12$, calcular E.

Aplicação

$E = \frac{D}{N}$ $E = \frac{60}{12}$ $E = 5$

RESUMO

Cabeçote divisor simples é um acessório utilizado para fazer divisões diretas.

CONSTITUIÇÃO:

Volante principal

Eixo principal

Placa divisora

O número de divisões na placa divisora será múltiplo das divisões a efetuar.

Fórmula:

Número de divisões a deslocar = $\frac{\text{Número de divisões da placa}}{\text{Número de divisões a efetuar}}$



CABEÇOTE DIVISOR UNIVERSAL

É usado para executar todas as formas possíveis de divisões. É um acessório muito preciso e versátil. Prende a peça em um de seus extremos, na placa universal ou entrepontas, e é possível por meio de um trem de engrenagens adequado, dividir e fazer girar a peça em conexão com o movimento da mesa, que permite fresar cortes helicoidais ou em espiral.

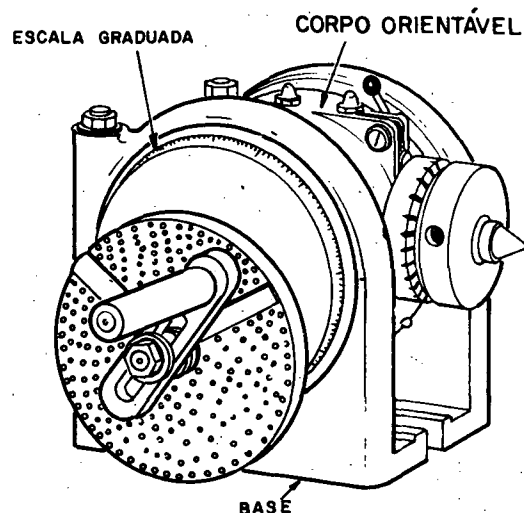


Fig. 1

CONSTITUIÇÃO

O divisor universal pode variar em sua forma, porém seu princípio de funcionamento é o mesmo, portanto igual a todos divisores universais. Pode-se considerar estruturalmente constituído de duas partes:

- base,
- corpo orientável.

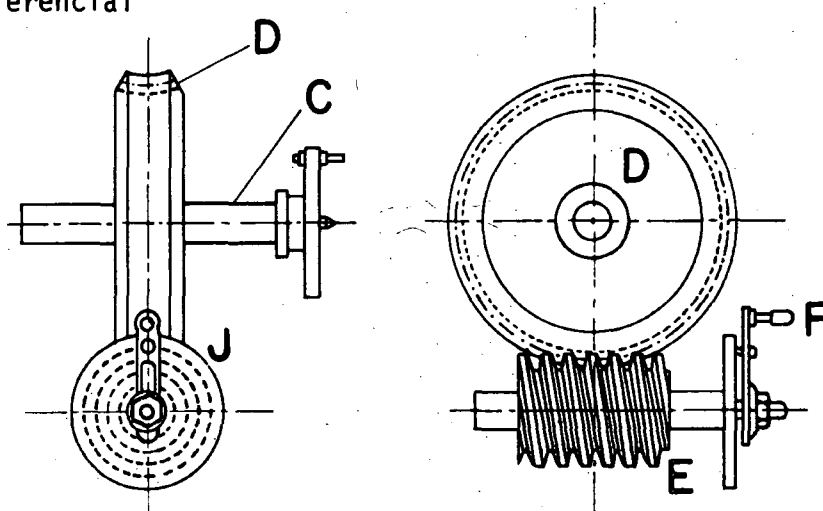
Base..

É uma caixa de ferro fundido que se fixa na mesa da fresadora. Seu objetivo principal é servir de suporte do corpo orientável. Leva uma escala de referência que permite controlar a inclinação que se quer dar ao corpo orientável.

Corpo orientável

É uma carcaça que tem dois extremos cilíndricos salientes, estes apoiam-se na base do divisor e permitem orientar e inclinar o eixo principal a um determinado ângulo em relação à superfície da mesa. Em seu interior contém o conjunto de órgãos (fig. 2), que é a parte mais importante do divisor e que permite dar à peça os movimentos necessários para fazer qualquer número de divisões, podendo aplicar-se os seguintes métodos:

- divisão direta
- divisão indireta
- divisão angular
- divisão diferencial


Fig. 2

Cadeia cinemática. Como princípio universal, na figura 2, indica-se o mecanismo que põe em movimento o material para obter as divisões ou as curvas a construir.

FUNCIONAMENTO (fig. 2).

O eixo principal (C) que prende a peça está unido com a coroa (D) cujos dentes são helicoidais e pode ter 40 ou 60 dentes. Esta coroa é acionada pelo parafuso sem-fim (E). O movimento é obtido fazendo-se girar a manivela (F), cujo extremo termina com uma ponta que penetra num dos furos do disco divisor (J).

A relação mais comum dos divisores é $\frac{1}{40}$. Isto significa que cada 40 voltas da manivela, corresponde a uma volta da peça.

Vantagens

O cabeçote divisor universal, além de servir como acessório para a montagem de peças inclina-se para facilitar a fresagem em ângulo e permitir fazer, qualquer número de divisões, pode ser utilizado como divisor simples. Para esse fim tem montada sobre o eixo principal uma placa divisora que permite operar diretamente, desacoplando-se previamente o parafuso sem-fim da coroa.



CONSERVAÇÃO

Sendo o cabeçote divisor universal, um dos acessórios mais delicados e importantes da fresadora, merece um cuidado especial durante e após o seu uso. Isto significa que deve ser transportado e utilizado com cuidado, evitando golpes e mantendo-o permanentemente limpo e lubrificado.

RESUMO

No cabeçote divisor universal pode-se fazer qualquer número de divisões aplicando, segundo o caso, os seguintes métodos:

- Direto
- Indireto
- Angular
- Diferencial

Pode girar acoplado ao furo da mesa para permitir cortes helicoidais e em espiral.

Partes principais

Base

Corpo desmontável

Eixo principal

Coroa de 40 ou 60 dentes

Parafuso sem-fim (uma ou mais entradas)

A montagem de peças sobre o cabeçote divisor permite fazer, na fresadora, certas operações que de outro modo não seria possível ou resultariam em operações complexas.

Alguns desses casos são:

- conseguir que a peça gire a uma velocidade relacionada e simultânea ao deslocamento da mesa (fresagem de rodas dentadas helicoidais, brocas, parafusos sem-fim, cames em espiral),
- fazer divisões distribuídas regularmente na periferia de uma peça (aneis graduados, rodas dentadas),
- fresagem de peças em ângulo (rodas dentadas cônicas).

CLASSIFICAÇÃO

As montagens que permitem fresar peças no cabeçote divisor podem agrupar-se basicamente em três:

- montagem na placa universal ou diretamente no eixo principal.
- montagem entre pontas
- montagem na placa e ponta

as quais correspondem a montagens típicas de torno.

A mesma disposição da extremidade do eixo principal do cabeçote divisor e do torno (fig. 1), como também os mesmos elementos empregados (placa, ponto de centro, contraponta, arrastador) permitem efetuar as montagens em forma similar.

CARACTERÍSTICAS E EMPREGO

Montagem em balanço

É o que se faz usando somente o cabeçote divisor, com a placa montada (figura 2) ou um mandril com espiga cônica

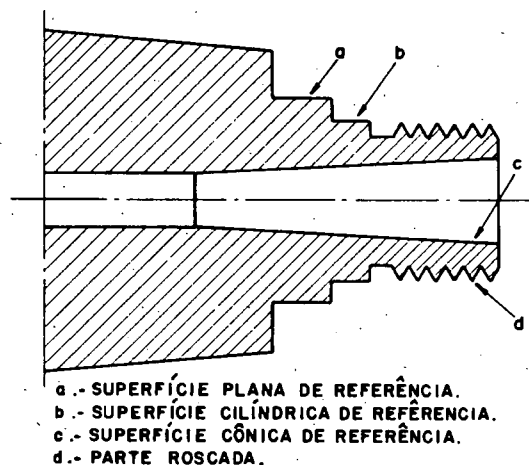


Fig. 1

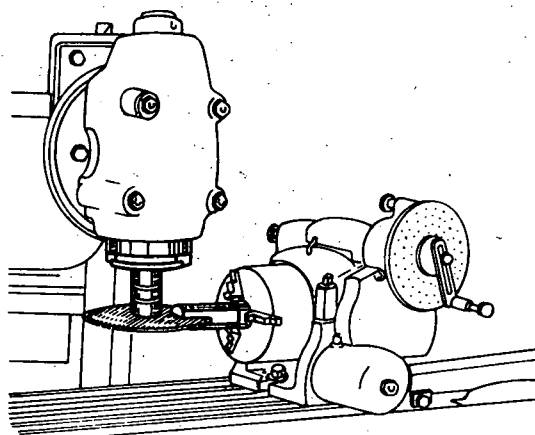


Fig. 2

(fig. 3). Recorre-se a estas montagens, quando pelas condições de trabalho, ou pela forma e dimensões da peça, fôr a maneira mais conveniente de fixá-la e de permitir a ação da ferramenta (fig. 4).

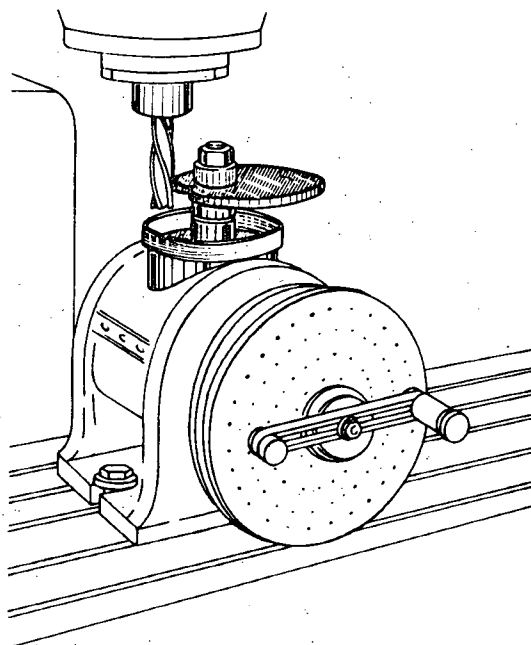


Fig. 3

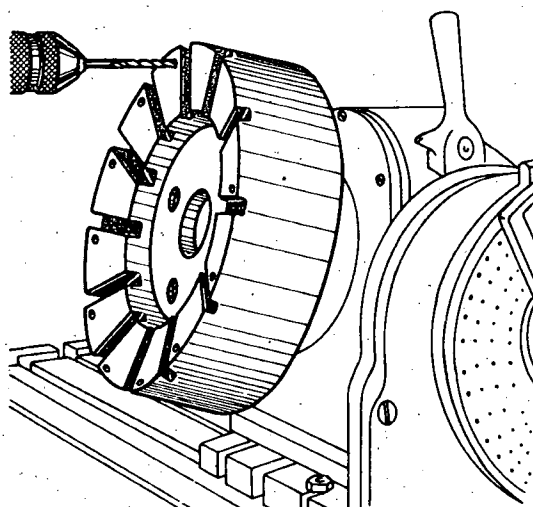


Fig. 4

PRECAUÇÕES

Quando se vai usinar uma peça montada na placa universal, deve-se verificar sua centragem, porque as castanhas da placa, assim como o mecanismo que as aciona, estão sujeitos ao desgaste e por este motivo, nem sempre, centram bem a peça. O aperto da placa deve ser dado de acordo com o tipo da peça, tal que não haja danos e de forma a evitar que se solte ou que a ferramenta atinja a placa.

Um aperto excessivo pode danificar o mecanismo da placa.

Neste tipo de montagem, deve-se observar a seguinte relação: $1 \leq 1,5d$ para a parte da peça que fica em balanço (fig. 5). Quando não fôr possível manter essa relação, a peça deverá ser montada com apoio em ambos os extremos.

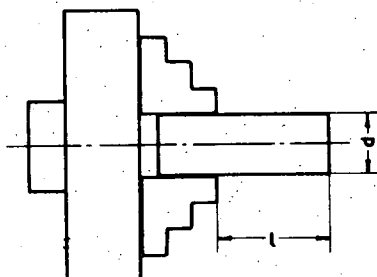


Fig. 5

Montagem entrepontas

Para estas montagens usa-se a contraponta e o cabeçote divisor, em cujo eixo principal coloca-se o ponto de centro.

Hã duas formas diferentes de montagens entrepontas:

- a montagem da peça diretamente entrepontas (fig. 6) e
- a montagem de peças sobre mandris colocados entrepontas (fig.7).

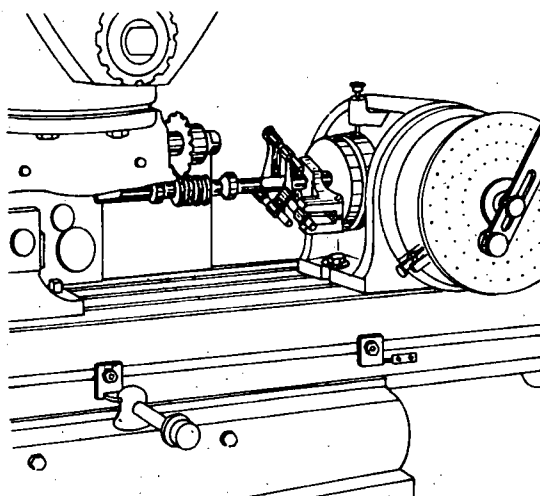


Fig. 6

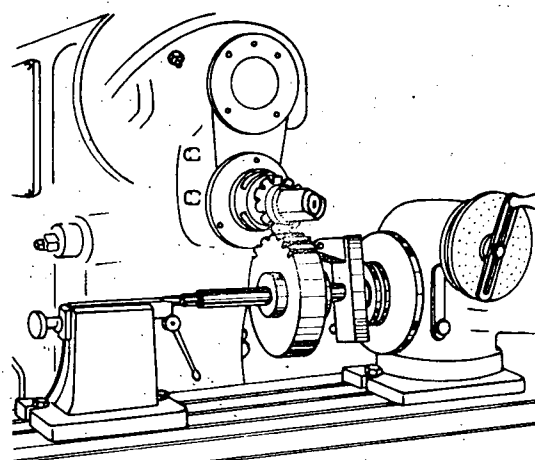


Fig. 7

Ambas as montagens permitem uma centragem rápida e segura de peças, podem ser retiradas e recolocadas sem perder por isso sua concentricidade. As peças que se montam sobre mandris são aquelas que levam um furo central usinado, como rodas dentadas e aneis, os quais posteriormente serão colocados em eixos, razão pela qual é importante conservar a concentricidade entre o furo central e a superfície externa.

A rotação das peças, em ambos os casos, se faz mediante a montagem do arrastador.

Montagem na placa e ponta (fig. 8).

Este tipo de montagem é o mais indicado quando hã necessidade de dar passes fortes na peça; todavia a centragem que se obtém não é tão precisa como a que se consegue montando a peça entrepontas.

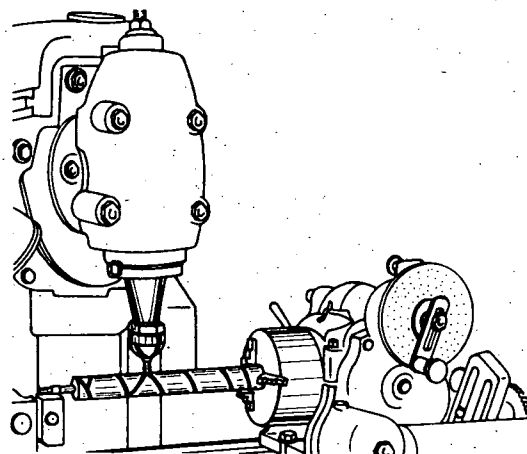


Fig. 8

Há ocasiões que é a solução mais conveniente, principalmente quando não há espaço suficiente para ser colocado o arrastador e, além disso é mais cômodo prender a peça na placa.

PRECAUÇÕES

Quando a peça que se monta entrepontas ou placa e ponta é muito comprida e delgada, convém colocar-lhe um terceiro apoio (fig.9), para evitar que flexione. Em certos casos, pode-se usar um duplo apoio adicional (fig. 10). Em ambos os casos recomenda-se o uso de macacos.

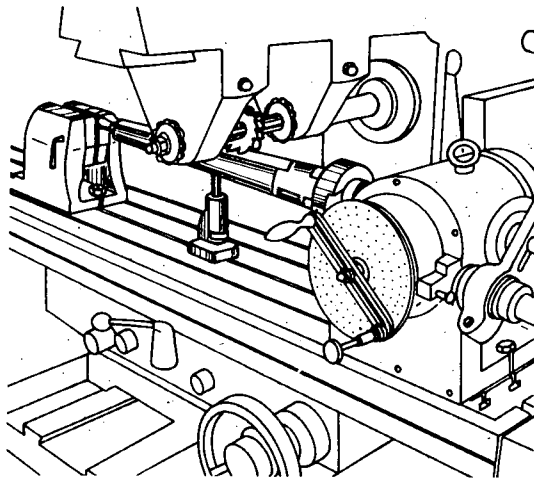


Fig. 9

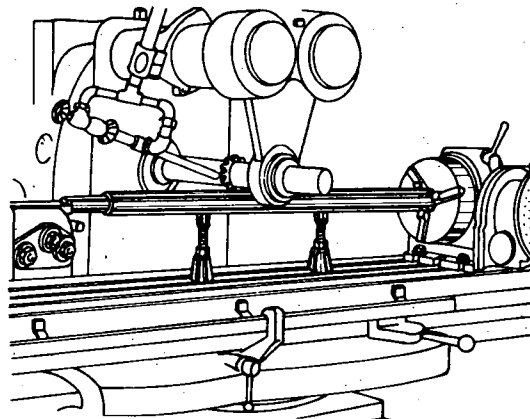
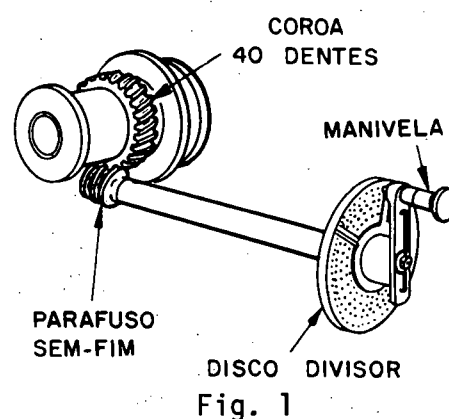


Fig. 10

É um dos sistemas de divisão que permite obter com o cabeçote divisor universal, um determinado número de divisões, os quais não podem ser feitos com a divisão direta. É aplicável na fresadora e apresenta-se em dois casos que são:

- I - Quando a divisão a ser efetuada é expressa em número de divisões (divisão indireta).
- II - Quando vem expressa em medida angular (divisão angular).

Em ambos os casos, a disposição do cabeçote divisor universal é a mesma se o mesmo dispõe de discos para divisões angulares, caso contrário, efetuam-se cálculos tomando como base a relação existente entre o parafuso sem-fim e o número de dentes da coroa (ver mecanismo, fig. 1).



CÁLCULO

CASO I - DIVISÃO INDIRETA

A regra para determinar o número de voltas, o número de furos e a série de furos, é a seguinte;

Considerando a relação $1/40$, ou seja, que a coroa tem 40 dentes e o parafuso sem-fim uma entrada, ao darmos uma volta completa no parafuso sem-fim, a coroa terá girado um espaço correspondente a um dente, o que quer dizer que o eixo principal onde está montada a coroa e consequentemente a peça, terá dado $1/40$ de volta.

Se girarmos a manivela 20 voltas, a coroa terá deslocado 20 dentes e portanto o eixo principal do divisor terá dado $1/2$ volta; assim, se quisermos deslocar o eixo principal uma volta completa será necessário dar 40 voltas na manivela.

Conclusão.

Para saber o número de voltas a ser dado na manivela com o objetivo de conseguir um número determinado de divisões no eixo principal, operamos com a seguinte fórmula:

$$\frac{K}{N} = F$$

K = número de dentes da coroa
 N = número de divisões a efetuar
 F = número de voltas da manivela

Exemplo:

Fazer 3 divisões equidistantes em uma peça montada em um cabeçote divisor universal cuja coroa tem 40 dentes.

Desenvolvimento: $\frac{K}{N} = F \quad \frac{40}{3} = 13 \frac{1}{3} \quad F = 13 \frac{1}{3}$

Como vimos, teremos que dar 13 voltas mais 1/3 de volta. As voltas completas se darão partindo de um furo qualquer do disco divisor e voltando ao mesmo furo, porém, para a fração de volta, necessita-se dispor de uma circunferência cujo número de furos seja múltiplo da fração, neste caso 1/3. Multiplica-se ambos os termos por um mesmo número para conseguir que o denominador coincida com uma série de furos disponíveis no disco divisor.

Exemplo

$$\frac{1}{3} \times \frac{11}{11} = \frac{11}{33}$$

Com este resultado, pode-se utilizar a circunferência de 33 furos: abrindo o setor em um arco que abranja 11 arcos dos 33 arcos em que está dividida a circunferência (fig. 2).

CASO II - DIVISÃO ANGULAR

Com este método se faz girar o eixo principal do cabeçote divisor universal um número determinado de graus; determina-se o disco e o número de divisões operando com o resultado da divisão de 360° pelo número de dentes da coroa (40 ou 60).

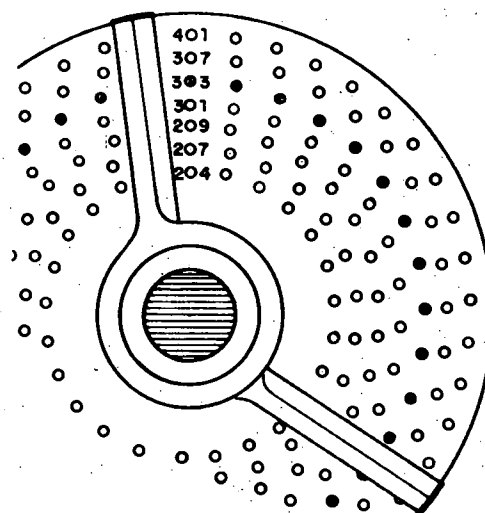


Fig. 2

$$\frac{360}{40} \quad \text{ou} \quad \frac{360}{60}$$

Este resultado será o ângulo de deslocamento do eixo principal em uma volta do parafuso sem-fim. Portanto, se se quer deslocar um número determinado de graus aplicar-se-á a seguinte fórmula:

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

G = valor angular da divisão a fazer

A = deslocamento angular da coroa em uma volta do sem-fim

F = número de voltas da manivela

Exemplo

Em uma peça necessitam-se fazer tres ranhuras equidistantes a 23° (fig. 3); a coroa do divisor tem 60 dentes. Quantas voltas terá que dar a manivela para que a peça gire o ângulo indicado?

Desenvolvimento:

$$A = \frac{360}{60} = 6 \quad A = 6^{\circ}$$

$$F = \frac{G}{A} = \frac{23}{6} = 3 \frac{5}{6}$$

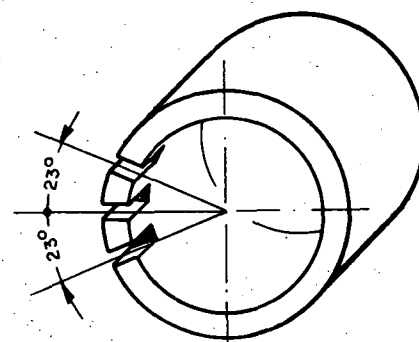


Fig. 3

Aplicando o mesmo procedimento do caso I teremos:

$$\frac{5}{6} \times \frac{7}{7} = \frac{35}{42}$$

Resultado:

3 voltas e 35 furos no disco com circunferência de 42 furos.

Hã casos em que a dimensão angular vem dada em minutos ou em segundos; quando isso suceder, opere reduzindo a minutos ou a segundos o deslocamento angular por volta do sem-fim.

É um acessório que consiste basicamente em uma placa que pode girar, disposta sobre uma base fixa, a qual permite sua montagem na mesa da fresadora. Seu movimento pode ser independente ou relacionado com outro movimento, segundo a conexão com outros órgãos da máquina. Exemplo: com o movimento da mesa. Esta variedade de possibilidades permite fazer, sobre a mesa circular, diferentes tipos de contornos ranhurados e divisões (fig. 1).

CONSTITUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS.

Na mesa circular (fig. 1) distinguem-se principalmente as seguintes partes:

Placa circular.

No centro da placa circular há um furo cilíndrico ou cônico, retificado, para alojar um mandril ou eixo porta-peças. Na superfície superior existem ranhuras em "T" para permitir a fixação de peças. Na parte interna está fresada uma coroa a qual engrena com o parafuso sem-fim, ligado ao eixo de acionamento que faz girar a mesa (fig. 2).

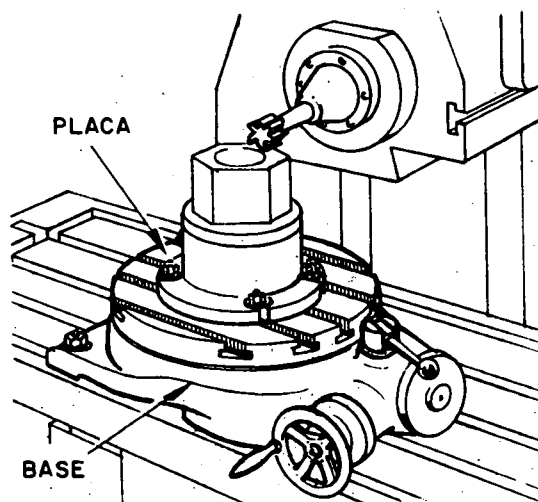


Fig. 1

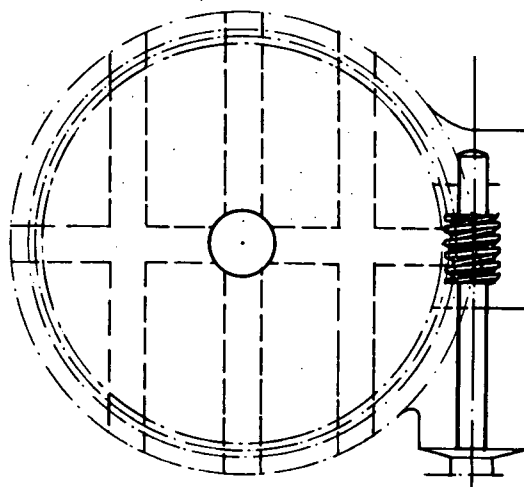


Fig. 2

Base.

Serve de suporte para a placa e permite a fixação da mesa circular na mesa da fresadora. Em seu contorno há uma escala graduada de 0° a 360° , a qual permite controlar a mesa em um ângulo desejado (fig. 1). Há mesas circulares que a escala graduada é feita na placa.

Alavancas.

Comumente encontram-se na mesa circular as seguintes alavancas (fig. 3):

- alavanca para imobilizar o eixo da placa,
- alavanca para imobilizar a placa,
- alavanca para desengrenar a placa do parafuso sem-fim,
- alavanca para desengatar o volante,

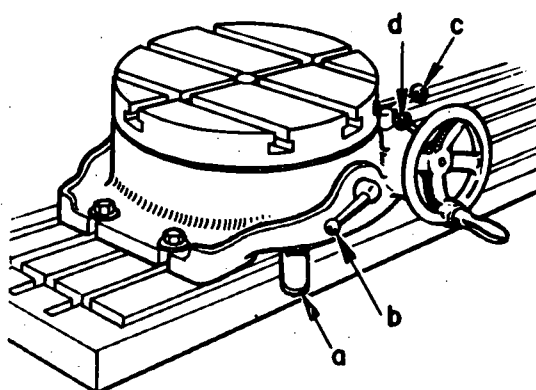


Fig. 3

Eixo de acionamento da rotação da placa.

Como o nome o indica, é mediante este eixo que se dá o movimento da placa, pois está provido de um parafuso sem-fim, o qual engrena com a coroa da placa (fig. 2). Este acionamento provoca uma redução que varia segundo o tipo de acessório. As relações mais comuns são: 1:60, 1:80, 1:90, 1:100, 1:120.

Junto ao volante ou manivela, para acionamento manual, muitos modelos levam um anel graduado que permite controlar com precisão de até um minuto, o ângulo de rotação da placa (fig. 4).

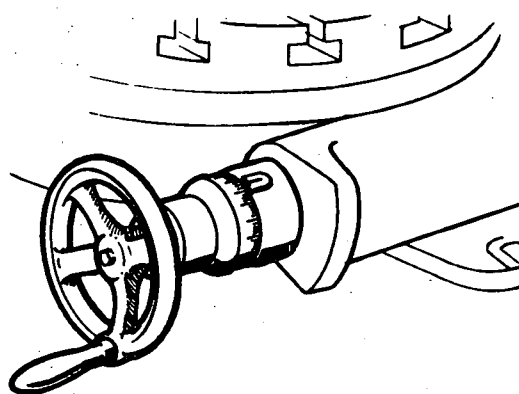


Fig. 4

Funcionamento.

Certos tipos de mesas circulares são fabricadas de maneira que possam ser acionadas tanto manual como automaticamente. Segundo a fresadora a ser utilizada, o movimento automático pode ser obtido de diferentes maneiras.

1 - Por conexão ao fuso da mesa da fresadora (fig. 5).

Mediante um trem de engrenagens montado na grade do extremo da mesa, transmite-se o movimento do fuso da mesa da fresadora a um eixo de comando da placa circular.

A utilização deste dispositivo exige a possibilidade de desengatar o movimento de avanço longitudinal da mesa da fresadora.

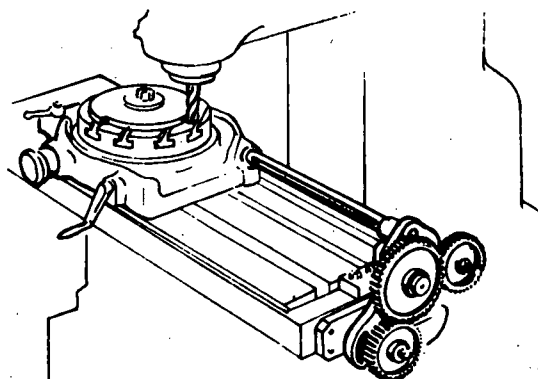


Fig. 5

2 - Por conexão à caixa de avanços (fig. 6).

Por intermédio de um eixo com articulação "cardan", transmite-se o movimento diretamente da caixa de avanços à placa circular. Um dispositivo permite inverter o sentido de rotação.

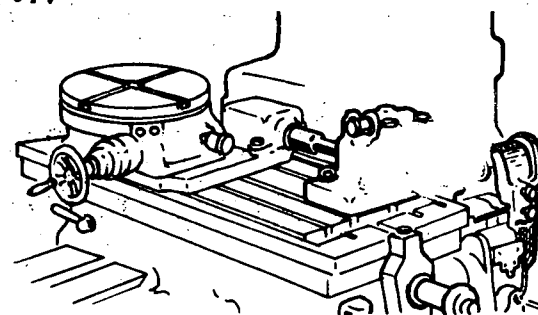


Fig. 6

3 - Por conexão ao mecanismo de avanços dos carros (fig. 7).

Através de um eixo auxiliar, paralelo ao fuso da mesa da fresadora é acoplado a um trem de engrenagens, a placa circular recebe o movimento do mecanismo de avanços dos carros.

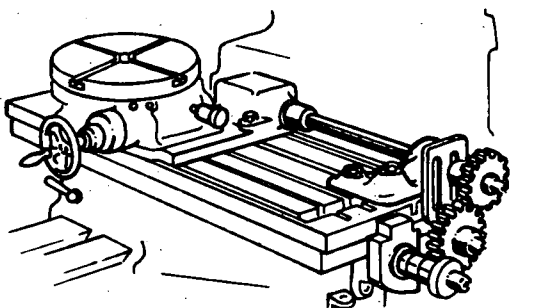


Fig. 7

Uso como cabeçote divisor vertical.

Se no eixo de acionamento manual da placa, troca-se o volante por um conjunto para divisões (fig. 8) que compreende:

- disco divisor (a)
- setor (b)
- manivela (c) e
- pino portátil (d)

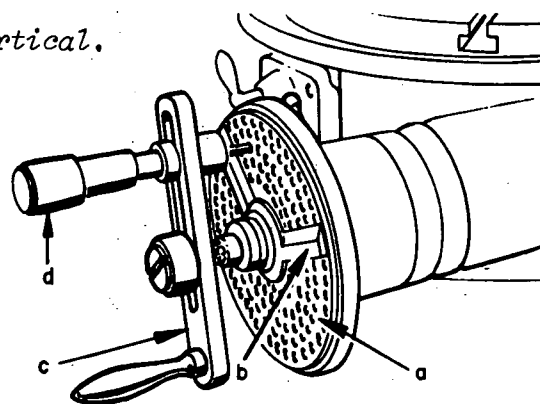


Fig. 8

a mesa se converte em um cabeçote divisor vertical.



FORMA DE CALCULAR O NÚMERO DE DIVISÕES

Para obter o número de divisões desejado, procede-se da mesma maneira do cabeçote divisor universal para a divisão indireta. Ao aplicar a fórmula para obter o número de voltas e a fração de volta, deve-se ter em conta que a constante de redução (K) da mesa circular, não é a mesma para todas e que varia segundo seu tipo.

Exemplo de cálculo:

Deseja-se fazer 13 divisões em uma peça montada em uma placa circular cuja constante de redução é $K = 90$. Quantas voltas e fração de volta deve-se dar à manivela para fazer cada divisão?

Desenvolvimento

Aplicando a fórmula:

$$\frac{K}{N} = V + \frac{A}{C}$$

onde:

K = constante de redução

N = número de divisões a fazer

V = número de voltas completas da manivela

A = quantidade de furos que deve abranger o setor

C = número de furos na circunferência escolhida

Ao substituir os valores na fórmula obtém-se:

$$\frac{90}{13} = V + \frac{A}{C}$$

Ao fazer a divisão resulta,

$$\frac{90}{13} = 6 + \frac{12}{13}$$

Como não se dispõe de uma série de 13 furos escolhe-se o de 39, que é múltiplo de 13, para o qual multiplicam-se ambos termos da fração

$\frac{12}{13}$ por 3,

$$\text{ficando: } \frac{90}{13} = 6 + \frac{36}{39}$$



o que significa que para fazer 13 divisões numa placa circular que tem uma constante de redução $K = 90$, a manivela tem que dar 6 voltas completas mais 36 furos na circunferência de 39, para cada divisão.

PROCEDIMENTO PARA FAZER DIVISÕES ANGULARES

A diferença, em relação ao divisor universal, é que para conseguir girar a peça num determinado ângulo, não é necessário fazer cálculo, já que a escala graduada do acessório permite apreciar diretamente a rotação, em graus, da mesa e da peça.

Para conseguir uma maior precisão no deslocamento angular da placa pode-se empregar:

- um cursor ou nônio adaptável a mesa circular ou
- o anel graduado do eixo de acionamento.

Nestes casos pode-se obter divisões angulares com uma precisão maior ou menor que $1/60$ de grau (1 minuto), dependendo das divisões que tenha o cursor ou o anel graduado.

CONSERVAÇÃO

A mesa circular, tal como os outros acessórios da fresadora, deve ser transportada com cuidado para evitar pancadas, e muito especialmente ao colocá-la e retirá-la da máquina, por ser muito pesada para uma só pessoa.

Durante seu uso deve-se mantê-la constantemente lubrificada. Ao retirá-la da máquina deve-se guardá-la limpa e em lugar próprio, livre de golpes, pó e cobrindo-a previamente com uma película de óleo.

A montagem e fixação de peças sobre as mesas ranhuradas das máquinas-ferramenta, em posição de serem usinadas, consiste num conjunto de operações de nivelamento, colocação de calços, alinhamento e imobilização da peça.

Uma boa fixação deve cumprir as seguintes condições:

- evitar deformar a mesa;
- evitar deformar a peça ao fixá-la ou usiná-la;
- suportar o corte sem vibrações;
- facilitar o trabalho em série quando necessário.

Nivelamento e imobilização da peça.

É necessário reduzir ao mínimo a distância entre a peça e a mesa e evitar o contato direto desta com a superfície bruta de peças fundidas ou forjadas, intercalando uma lâmina de metal macio para não danificar a superfície da mesa.

Dois casos devem ser considerados:

- a) A peça tem uma superfície de referência usinada.

Esta pode ser apoiada diretamente sobre a mesa ou por meio de calços com dimensões e formas convenientes (fig. 1).

- b) A peça não tem nenhuma superfície de referência usinada.

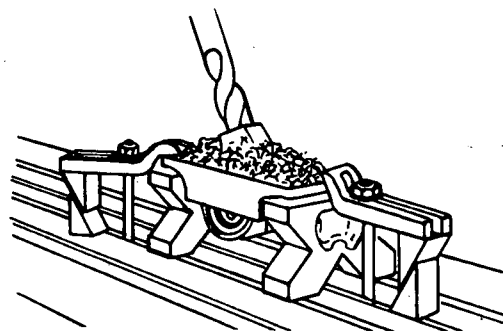


Fig. 1

Neste caso dever-se-á conseguir tres pontos de apoio para facilitar seu nivelamento. Isto se obtêm por meio de calços escalonados, paralelos e macacos.

Normas de aperto.

Numa montagem o aperto deve ser exercido sobre os pontos de apoio e a peça deve estar bem apoiada, a fim de que não sofra deformações.

O aperto deve ser o suficiente para imobilizar a peça e suportar o esforço de corte. Deve-se evitar o aperto exagerado a fim de não deformar a peça nem os elementos de montagem.

Tipos de fixação.

As figuras de 2 a 6 mostram diversos tipos de montagem, sobre a mesa de uma máquina, empregados na usinagem de peças que por sua forma e tamanho não poderiam ser fixadas com acessórios comuns.

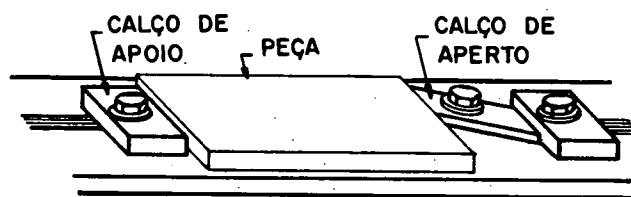


Fig. 2

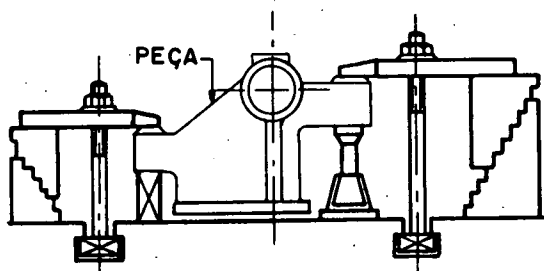


Fig. 3

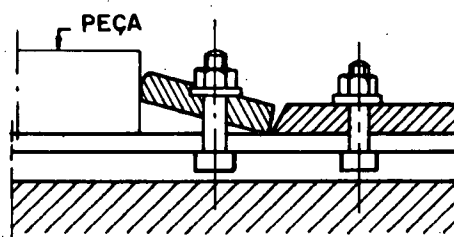


Fig. 4

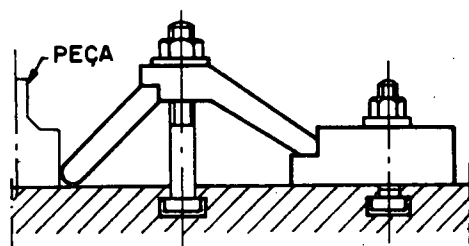


Fig. 5

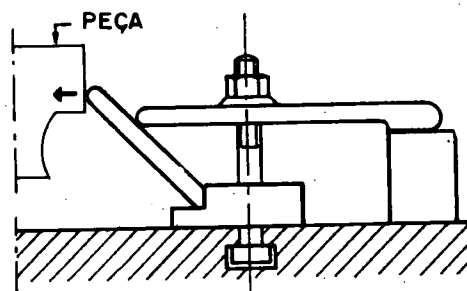


Fig. 6

Estas duas formas de fresar são estudadas em função da relação entre os movimentos de rotação da fresa, do avanço do material e de sua influência no perfil do cavaco.

FRESAGEM EM OPOSIÇÃO

É quando o sentido de rotação da fresa e o avanço do material se opõem (fig. 1).

Em cada rotação da fresa, cada dente chega a um ponto como o (A), onde toma contato com o material e nele penetra com sua aresta cortante, em um momento dado.

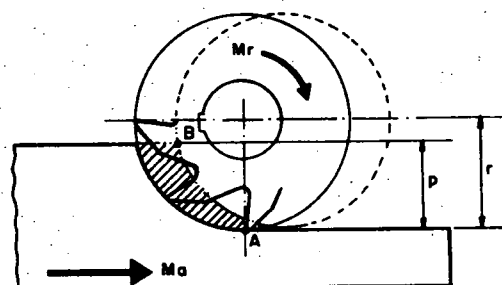


Fig. 1

A partir daí, a secção do cavaco aumenta progressivamente, até chegar ao ponto (B), e diminui rapidamente até que o dente perca o contato com o material, sempre que a profundidade de corte for menor que o raio da fresa.

FRESAGEM EM CONCORDÂNCIA

É quando o sentido de rotação da fresa e o avanço do material são concordes (fig. 2).

Em cada rotação da fresa, cada dente chega à posição onde começa a cortar e alcança rapidamente o máximo de secção do cavaco em um ponto como o (C). A partir desse ponto, a secção do cavaco decresce até que se anula no ponto (D).

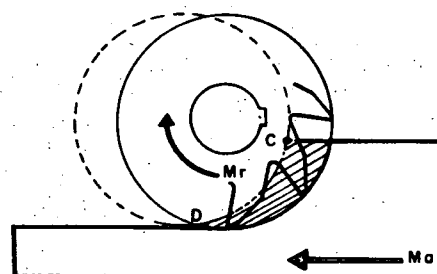


Fig. 2

FORMA DO CAVACO

Consideremos agora uma fresa com dentes laterais e frontais abrindo uma ranhura, como mostra a figura 3; pode-se ver que a fresa constroi um flanco da ranhura (no ponto A), fresando em oposição e o outro (no ponto D), fressando em concordância.

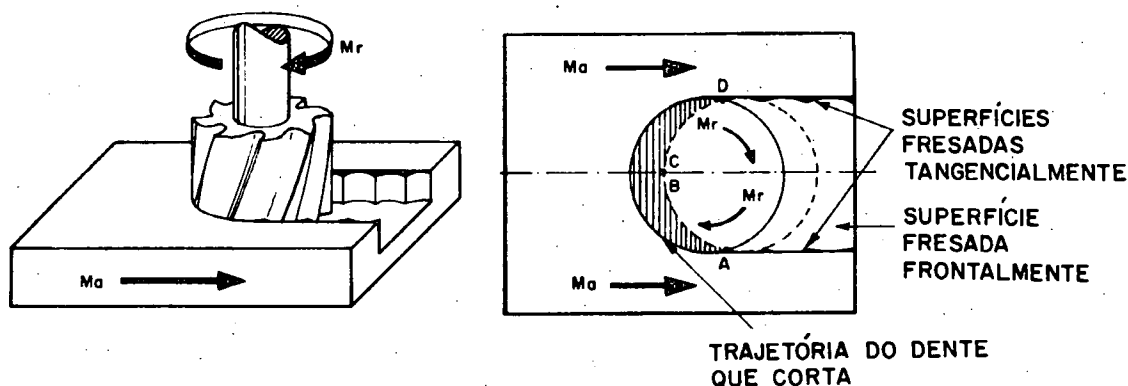


Fig. 3

Se realmente as marcas deixadas pela ferramenta, resultante dos movimentos de rotação da fresa e avanço do material, fossem circunferências, como v \hat{e} ri \hat{a} mos considerando at \hat{e} agora, o acabamento desses dois flancos seria o mesmo. Por \hat{e} m, devido \hat{a} oposi \hat{c} o de movimentos desde (A) at \hat{e} (B), a curva do tra \hat{c} o que o dente deixa \hat{e} mais ampla (fig. 4) e ao contr \hat{a} rio, se faz mais fechada devido \hat{a} concord \hat{a} ncia dos movimentos, desde (C) at \hat{e} (D). Essa curva, trajet \hat{o} ria do dente, desde (A) at \hat{e} (D), \hat{e} uma curva do g \hat{e} nero ci \hat{c} loidal. Devido \hat{a} sua forma, os cortes sobre o flanco do ponto (A), fresado em oposi \hat{c} o, deixam uns ressaltos de altura (h), bastante menores que (h'), altura dos ressaltos que ficam no flanco do ponto (D), fresado em concord \hat{a} ncia (fig. 4).

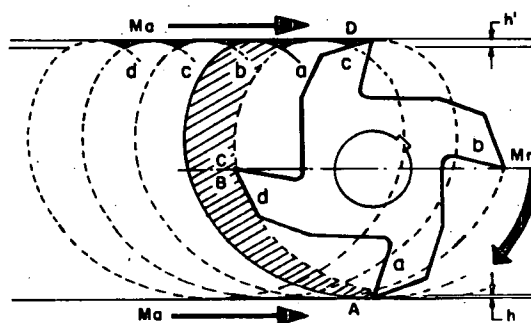


Fig. 4

DIFERENÇAS ENTRE AS DUAS FRESAGENS

1.^a diferença.

Na fresagem em oposição, o dente da fresa começa a cortar e a secção do cavaco vai aumentando progressivamente; quando se fresa em concordância, o dente começa cortando com o máximo de secção e vai diminuindo progressivamente.

2.^a diferença.

A segunda diferença consiste em que, em igualdade de condições para o corte (avanço, velocidade e profundidade de corte), resulta um melhor acabamento na superfície quando se fresa em oposição.

3.^a diferença.

Na fresagem em oposição, quando o dente entra em contato com o material para poder cortar, necessita alcançar uma profundidade mínima de corte. Antes que isso aconteça, há um roçamento intenso entre o material e a aresta cortante da fresa que é prejudicial para esta, coisa que não ocorre na fresagem em concordância onde o dente começa cortando sem roçamento inicial.

4.^a diferença.

Fresando em oposição, o aumento progressivo da secção do cavaco faz que o esforço aumente também progressivamente. Isto permite aos órgãos da máquina absorver as folgas existentes sem trepidações.

Por outro lado, fresando em concordância, o dente ataca o material na máxima secção de cavaco, momento em que é produzido o máximo de esforço e de forma brusca. Isto exige uma acomodação tão rápida dos órgãos da máquina, que, se as folgas são grandes podem fazer a fresa montar sobre o material, podendo provocar um acidente (fig. 5).

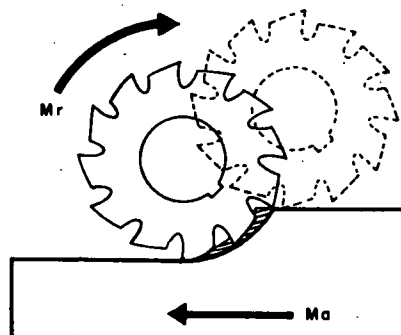


Fig. 5

5ª diferença.

Em iguais condições de corte o arco de trajetória do dente (AB) (fig. 6) cortando em oposição, é maior que o arco (CD) cortando em concordância. Isto nos indica que fresando em concordância, a aresta cortante da ferramenta tem menor contato com o material e por conseguinte pode durar mais.

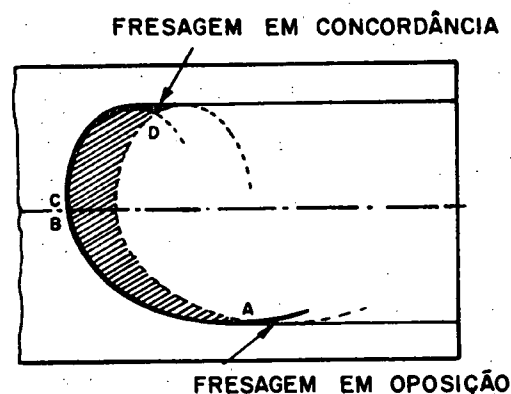


Fig. 6

CONCLUSÕES

Conhecidas as diferenças mais importantes entre a fresagem em concordância e a fresagem em oposição, pode dizer-se que, para passes de grandes dimensões é preferível a fresagem em concordância, sempre que se disponha de uma fresadora com regulagem especial das folgas para fresar dessa forma. Se ao contrário se trabalha com fresadoras comuns, sobretudo com bastante uso e em período de aprendizagem, é conveniente fresar em oposição.

Nos casos em que é inevitável fresar em concordância, como quando se fresa a ranhura indicada na figura 7, deve-se tomar as seguintes precauções:

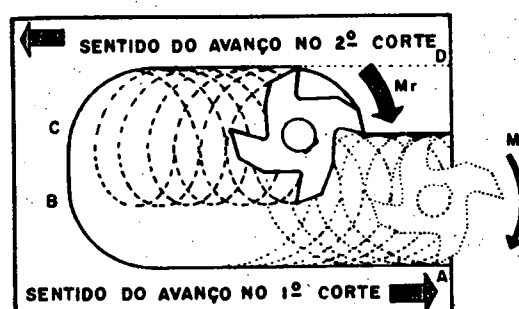


Fig. 7

- fixar fortemente o material;
- eliminar, tanto quanto possível, a folga nas guias, no fuso da mesa, e no porta-ferramentas e seus apoios;
- utilizar um avanço menor que o recomendado.

Para dar um bom acabamento e medida precisa é conveniente, além disso:

- usar uma fresa de menor diâmetro que a largura da ranhura;
- dar um passe desde (A) até (B);
- inverter o sentido do avanço do material e dar um passe cortando somente o flanco desde (C) até (D).



RESUMO

| Elemento de comparação | Fresagem em oposição | Fresagem em concordância |
|---|---|--|
| Secção do cavaco. | Aumenta progressivamente logo após iniciado o corte. | Diminui progressivamente logo após iniciado o corte. |
| Esforço durante o corte. | Logo que o dente está cortando, o esforço aumenta progressivamente, e permite aos órgãos da máquina absorver as folgas. | Ao começar cortando na secção máxima, há um súbito aumento do esforço. Se os órgãos tem folga, a ferramenta pode montar no material. |
| A máquina. | Pode fazer-se em qualquer fresadora. | Pode fazer-se somente em fresadora especial. |
| Contato da aresta cortante com o material em igualdade de condições para o corte. | Rozamento intenso ao iniciar o corte. | Começa cortando sem rozamento inicial, porém, com impacto. |
| | Fresando em oposição, o contato é maior que fresando em concordância. | |
| Acabamento da superfície com igualdade de condições para o corte. | Melhor qualidade de superfície fresando em oposição que fresando em concordância. | |

É um tipo de medição indireta utilizada para medir com precisão algumas dimensões das ranhuras de forma prismática ("cauda de andorinha") e ranhuras em "V". Este tipo de medição é mais cômodo, pois permite determinar, mediante cálculo, além das dimensões lineares, os valores angulares com mais exatidão.

Princípio da medição com auxílio de cilindros.

O procedimento consiste em, utilizando as cotas previamente estabelecidas, deduzir através do cálculo outras cotas possíveis de serem verificadas pelo processo de medição indireta

A medição com auxílio de cilindros fundamenta-se nas três relações trigonométricas elementares de um triângulo retângulo (triângulo BAC na fig. 1) no qual se considera o ângulo para efeito dos cálculos correspondentes.

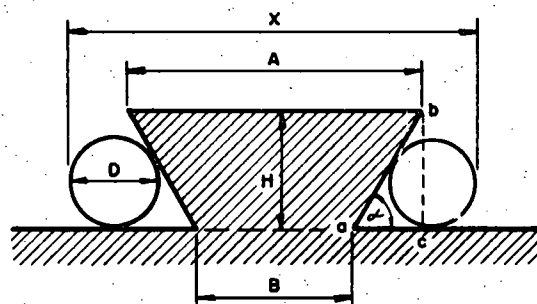


Fig. 1

RANHURA PRISMÁTICA ("cauda de andorinha") MACHO (fig. 1)

FÓRMULAS:

Cálculo de (x)

I - Conhecendo (A)

$$X = A + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{2H}{\operatorname{tg} \alpha}$$

II - Conhecendo (B)

$$X = B + D + \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

Exemplo 1.

DADOS

$$\begin{array}{ll} D = 12 \text{ mm} & \frac{\alpha}{2} = 30^\circ \\ A = 38 \text{ mm} & \\ H = 15 \text{ mm} & \operatorname{tg} 60^\circ = 1,73205 \\ \alpha = 60^\circ & \operatorname{tg} 30^\circ = 0,57735 \end{array}$$

substituindo na fórmula as letras por seus valores correspondentes, se tem:

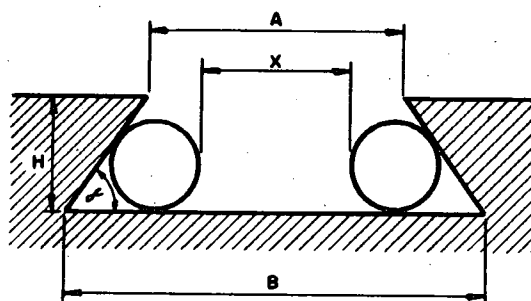


$$X = 38 + 12 + \frac{12}{0,57735} - \frac{30}{1,73205}$$

$$X = 50 + 20,784 - 17,32$$

$$X = 53,56 \text{ mm}$$

RANHURA PRISMÁTICA ("cauda de andorinha") FÊMEA (fig. 2)



Cálculo de (X)

I - Conhecendo (A)

Fig. 2

$$X = A + \frac{2 H}{\operatorname{tg} \alpha} - D - \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$$

II - Conhecendo (B)

$$X = B - \frac{D}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - D$$

Exemplo 2.

Dados

$$A = 68 \text{ mm}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$H = 30 \text{ mm}$$

$$\alpha = 55^{\circ}$$

$$\frac{\alpha}{2} = 27^{\circ}30'$$

$$\operatorname{tg} \alpha = 1,42815$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 0,52057$$

Substituindo na fórmula as letras por seus valores respectivos, se tem:

$$X = 68 - 25 - \left(\frac{25}{0,52057} - \frac{2 \times 30}{1,42815} \right) = 43 - \left(\frac{25}{0,52057} - \frac{60}{1,42815} \right)$$

Eliminando os parênteses

$$X = 43 - \frac{25}{0,52057} + \frac{60}{1,42815}$$

Resolvendo as operações indicadas:

$$X = 43 - 47,64 + 42$$

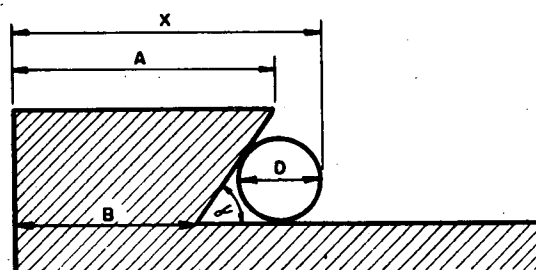
$$X = 43 + 42 - 47,64$$

$$X = 85 - 47,64$$

$$X = 37,36 \text{ mm}$$

FÓRMULAS PARA MEDIÇÃO COM AUXÍLIO DE UM SÓ CILINDRO

Ranhura externa (fig. 3)



I - Conhecendo (A)

Fig. 3

$$X = A + r + \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha}$$

II - Conhecendo (B)

$$X = B + \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + r$$

Ranhura interna (fig. 4)

I - Conhecendo (A)

$$X = A + \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} - \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

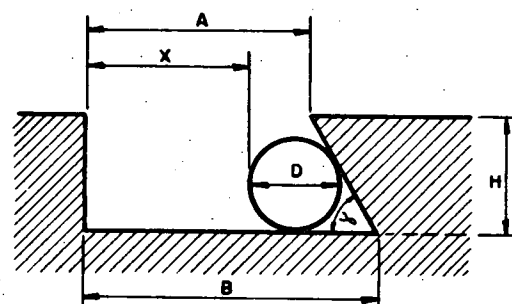


Fig. 4

II - Conhecendo (B)

$$X = B - \frac{r}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} - r$$

Ranhura em "V" (fig. 5)

$$X = (H - h) + r + \frac{r}{\operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}}$$

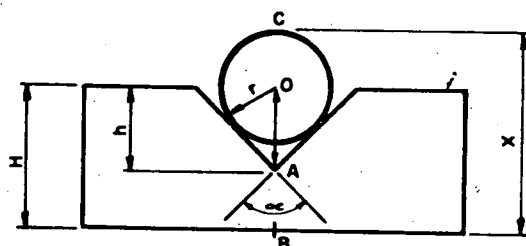


Fig. 5



I - MANDRIL DESCENTRÁVEL.

É um dispositivo usado na fresadora para a fixação e controle da ferramenta de corte. Utiliza-se, fundamentalmente em operações de acabamento, porém, dada sua característica, também permite a execução de operações de fa_lcear, e mandrilar. Estes dispositivos se constroem de aço e seu comportamento é de um porta-ferramenta regulável e preciso (fig. 1). Consta das seguintes partes:

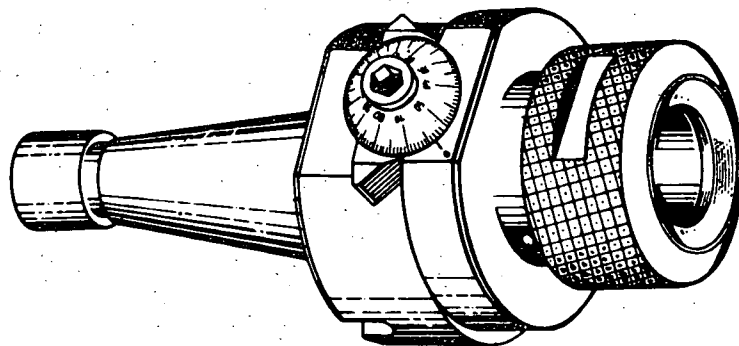


Fig. 1

- corpo fixo
- porta-ferramenta
- porta-bite

O corpo fixo.

É a parte do mandril que se acopla ao eixo principal da fresadora. Possui em um de seus extremos uma espiga cônica furada e roscada para receber o tirante que o fixa ao eixo principal.

No outro extremo possui guias prismáticas (cauda de andorinha) que servem de guia ao porta-ferramenta.

O porta-ferramenta.

É a parte que se desloca sobre as guias prismáticas. Tem um parafuso com anel graduado que permite regular estes deslocamentos e ainda um furo onde se coloca a ferramenta ou o suporte de ferramentas.

O porta-bite.

Por um de seus extremos é colocado na abertura do porta-ferramenta, e no outro extremo possui um furo quadrado ou redondo onde se aloja o bite.

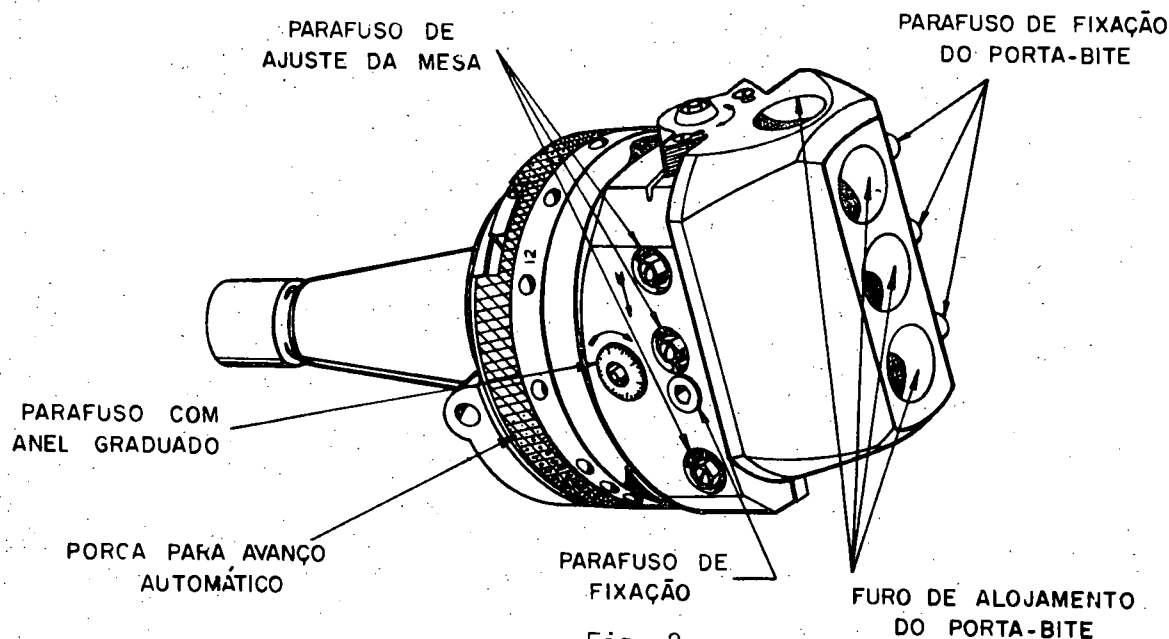
TIPOS.

Existem vários tipos, porém em geral são classificados em:

- de avanço manual (como o da fig. 1)
- de avanço automático (fig. 2)

FUNCIONAMENTO.

A regulagem do corte se consegue fazendo girar o parafuso com anel graduado, que faz com que se deslize a mesa aproximando ou afastando a ferramenta do eixo de giro. Nos mandris descentráveis de avanço automático, o deslocamento radial da ferramenta pode ser dado automaticamente por meio da porca de avanço (fig. 2).


Fig. 2
CONDIÇÕES DE USO.

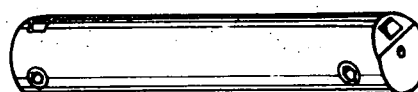
Para obter um bom acabamento, o mandril deve ter um bom ajuste com a mesa e o parafuso. O porta-ferramenta ou a ferramenta deve ajustar-se bem em seu alojamento.

MANUTENÇÃO.

Para que o mandril se conserve em bom estado, ao terminar de usá-lo, deve ser limpo, lubrificado e guardado em lugar próprio.

II - MANDRIL FIXO.

Consiste em uma barra cilíndrica construída em aço (fig. 3). Em um dos seus extremos possui um furo de seção quadrada ou cilíndrica, que aloja o bite. Estes mandris, que são de uso muito freqüente nas oficinas, apresentam em uma de suas extremidades uma variedade de formas para a fixação e regulagem do bite. Podem ser construídos na própria oficina.


Fig. 3

CLASSIFICAÇÃO E TIPOS.

- 1 - Com parafuso de regulagem, que permite controlar e regular os deslocamentos do bite (fig. 4).
- 2 - De fixação simples nos quais a regulagem está sujeita a habilidade do operador (fig. 5).
- 3 - Para furos cegos (fig. 6), os quais levam o alojamento do bite inclinado.

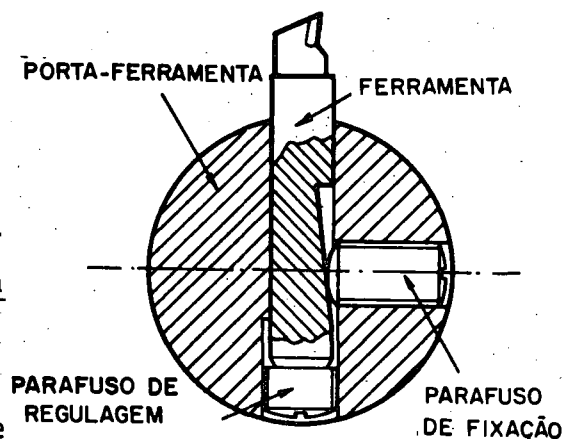


Fig. 4

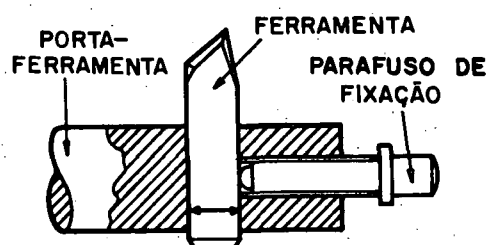


Fig. 5

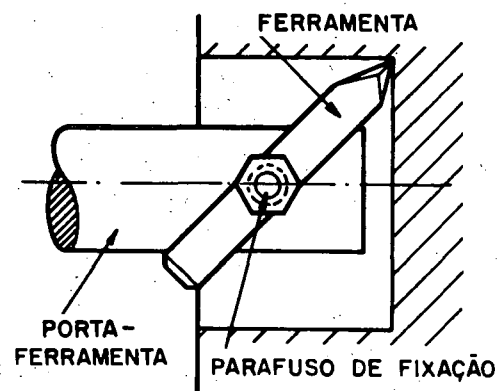


Fig. 6

Os mandris fixos podem ser fixados ao eixo principal da fresadora se tiver munido em uma de suas extremidades com um cone de acoplamento (fig. 7); do contrário, se fixarão em dispositivos fixadores como mandris descentráveis, porta-piças ou outros elementos de fixação.

CONDIÇÕES DE USO.

Os porta-ferramentas devem ser selecionados considerando:

- O diâmetro do furo a usar.
- O esforço de corte a que será submetido.
- O comprimento da superfície a usar.

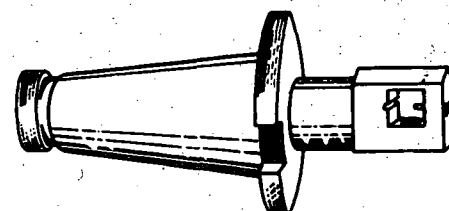


Fig. 7

É um acessório da fresadora universal. Consta de um corpo de ferro fundido que se monta na face vertical do corpo da fresadora acoplado por meio de um eixo intermediário ao eixo principal da máquina (fig. 1). Possui um sistema de guias prismáticas por onde desliza o porta-ferramenta com movimento retilíneo alternativo. Utiliza-se na abertura de rasgos de chavetas, ranhuras em anéis, dentes internos e contornos em geral (fig. 2 a 6) e para perfilar furos.

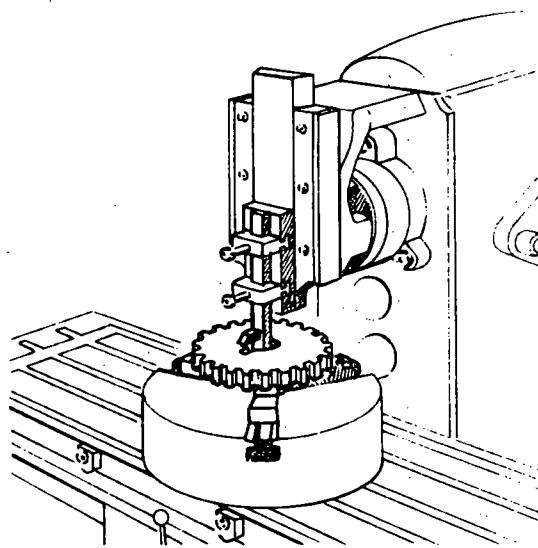


Fig. 1

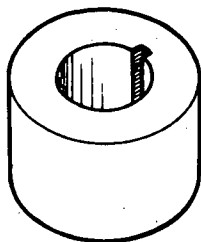


Fig. 2

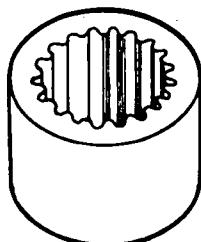


Fig. 3

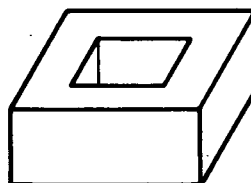


Fig. 4

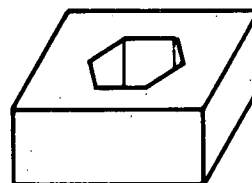


Fig. 5

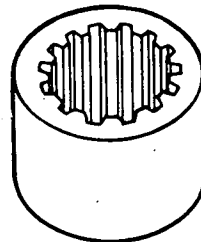


Fig. 6

NOMENCLATURA (fig. 7).

1. Porta-ferramenta
2. Eixo de biela
3. Biela
4. Guias de ajuste
5. Eixo excêntrico
6. Volante (disco manivela)
7. Eixo do aparelho

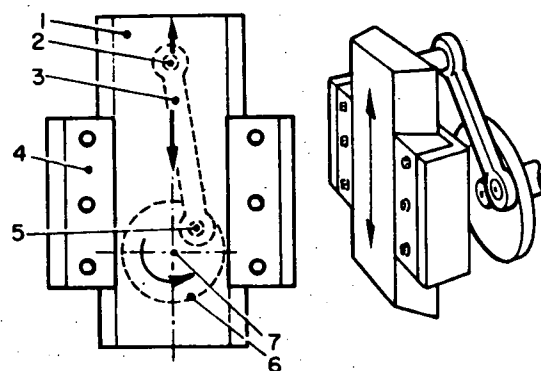


Fig. 7

FUNCIONAMENTO

O movimento do aparelho contornador é transmitido pelo eixo principal da fresadora, através do eixo intermediário e o movimento do porta-ferramenta, é dado por um sistema de biela - manivela, que transforma o movimento rotativo em retilíneo alternativo.

A regulagem do percurso é dada através do eixo excêntrico (5:fig.7) que dispõe de um mecanismo que permite aproximá-lo ou afastá-lo do centro do disco manivela. Quanto mais próximo do centro estiver, menor será o percurso do porta-ferramenta.

PORTA-FERRAMENTA

São acessórios construídos de aço em forma cilíndrica ou quadrada que têm em um de seus extremos um furo onde se aloja a ferramenta fixada por um parafuso (fig. 8 e 9).

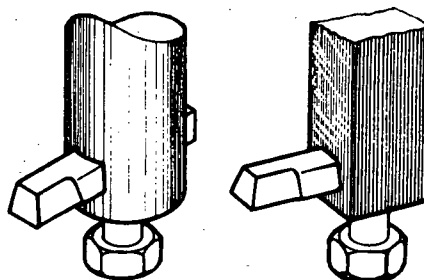


Fig. 8

Fig. 9

FERRAMENTAS

As ferramentas utilizadas no aparelho contornador, são de aço rápido; frequentemente, para economizar material se empregam plaquetas soldadas a uma barra de aço. Nestes casos, não se utiliza o porta-ferramentas. As plaquetas soldadas podem ser de carboneto metálico, se tivermos que trabalhar metais duros ou tenazes. Nestes casos o ângulo de saída (α) é negativo (até 10°).

As formas das ferramentas variam conforme o perfil da ranhura ou o contorno que se deseja fazer. As ilustrações abaixo mostram ferramentas de formas usualmente empregadas nas oficinas (fig. 10).

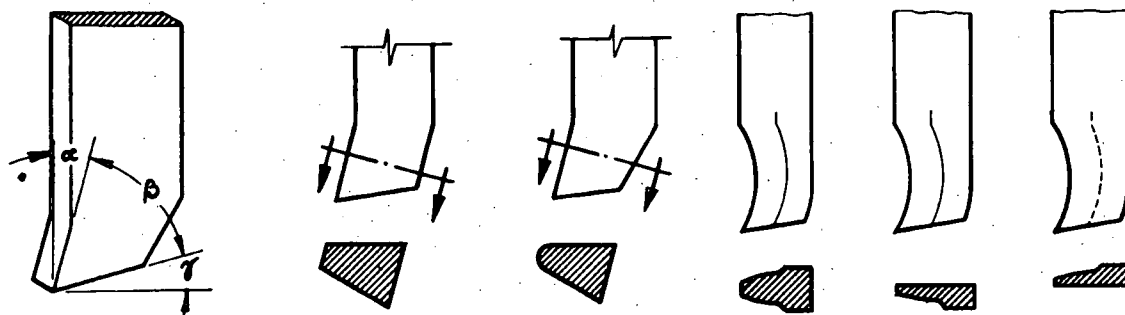


Fig. 10

CONDIÇÕES DE USO

O aparelho contornador, para estar em condições de uso é necessário que tenha as guias prismáticas bem ajustadas, livres de sulcos ou rebarbas, e os parafusos de fixação do porta-ferramentas em bom estado.



CONSERVAÇÃO

O aparelho contornador deve ser lubrificado periodicamente. Deve-se retirar o porta-ferramenta depois de ser usado para evitar que o parafuso e o porta-ferramenta permaneçam sob tensão. Deve-se limpar cuidadosamente as superfícies de apoio, as guias prismáticas e também o cone do eixo intermediário. Depois de ser usado, recomenda-se limpar e aplicar uma película de óleo ou graxa para evitar a oxidação. Deve ser guardado em lugar apropriado e isento de pó.

Uma engrenagem é um sistema composto por duas rodas dentadas, que permite relacionar dois eixos de tal forma que o movimento de um deles (eixo condutor ou motor) se transmite ao outro (eixo conduzido ou receptor) (fig. 1).

A roda maior de um par, costuma-se chamar coroa, e a menor pinhão.

Na engrenagem, cada dente de uma roda encaixa no vão da outra, e reciprocamente. Durante a transmissão do movimento, sempre há pelo menos um dente da roda condutora empurrando a um da roda conduzida.

A principal vantagem das engrenagens, é de manter constante a relação de transmissão entre seus dois eixos.

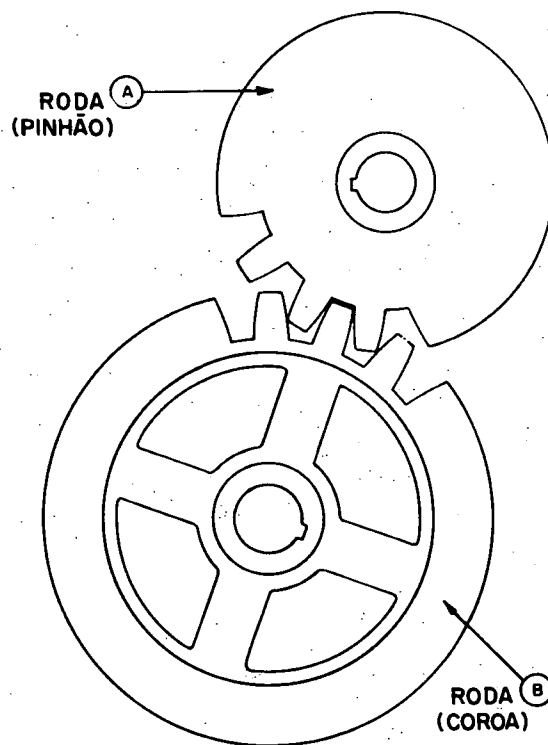


Fig. 1

CONSTITUIÇÃO

Cada uma das rodas que constituem a engrenagem tem um corpo, que quase sempre é cilíndrico ou cônico, segundo a posição dos seus eixos (fig. 2).

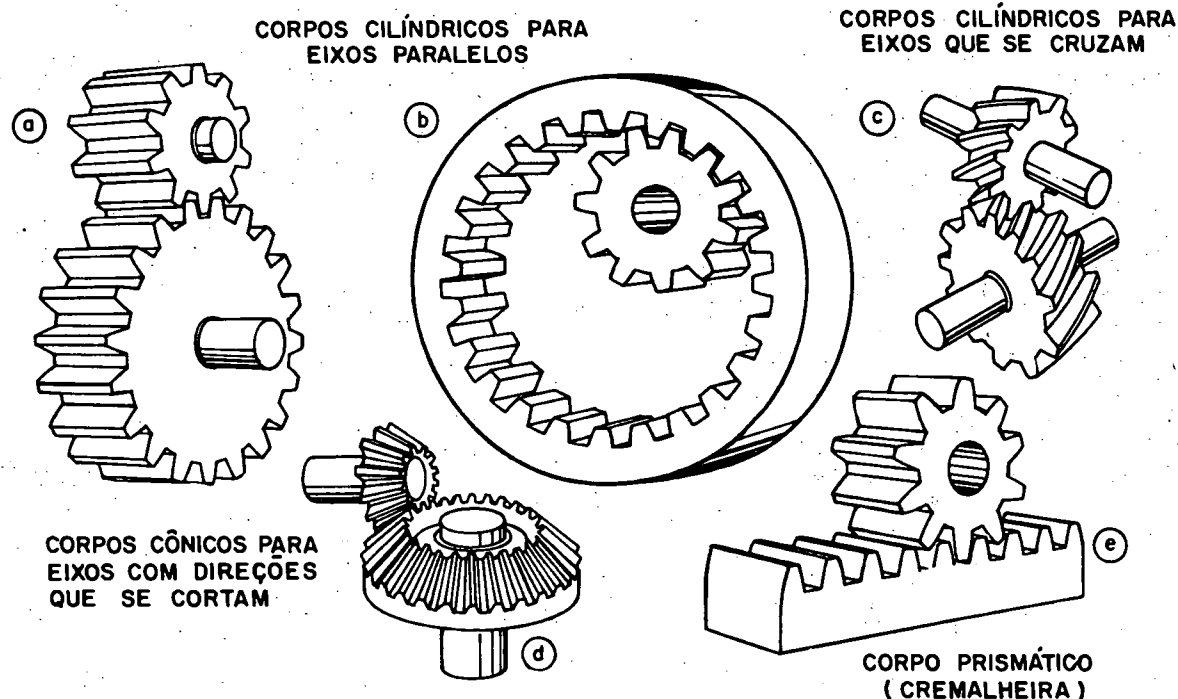


Fig. 2

A parte periférica do corpo, onde se entalham os dentes se chama aro. Na parte central há um furo onde encaixa o eixo, normalmente com rasgo para chave. Nas rodas grandes, a fim de torná-las mais leves se faz aberturas laterais, ficando então uma coroa no centro do material, que se chama cubo e que está unido ao aro através de uma parede mais delgada com braços ou raios (fig. 3).

Há um caso particular de engrenagem no qual um dos corpos tem seus dentes sobre uma superfície plana e se chama cremalheira (fig. 2-e).

CARACTERÍSTICAS

As rodas dentadas de engrenagens têm certos elementos característicos comuns e outros particulares, cujo conhecimento permite seu cálculo e construção.

A seguir se destacam algumas dessas características comuns mais importantes (fig. 4).

Circunferência e diâmetro externo.

São os que correspondem à seção do cilindro que incluem os dentes. Os arcos dessa circunferência limitam os dentes exteriormente.

Circunferência e diâmetro interno.

Correspondem à seção do cilindro que resultaria se tirássemos os dentes. É a que passa pelo fundo das ranhuras, ou vãos.

Circunferência e diâmetro primitivo.

São os dois valores teóricos. Correspondem a dois cilindros sem dentes que trabalhando por fricção estabeleceriam entre os eixos uma relação de transmissão igual a que estabelecem as respectivas engrenagens. As

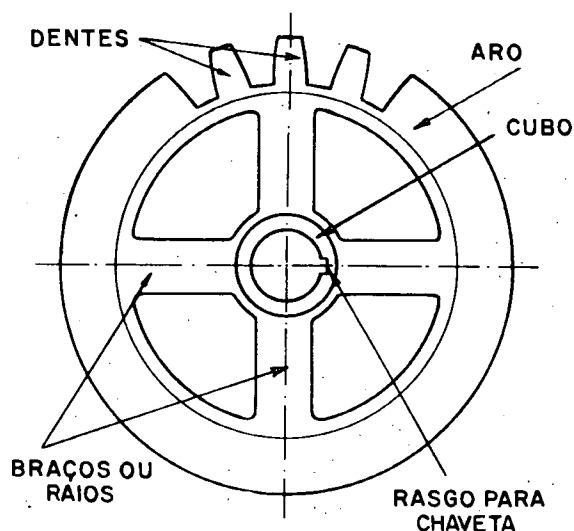


Fig. 3

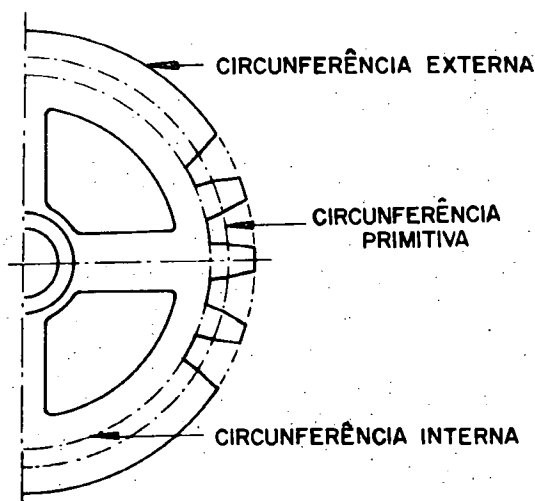


Fig. 4

circunferências primitivas são tangentes e têm a mesma velocidade linear.

O dente,

Os dentes das rodas de engrenagem podem ser de qualquer forma, porém, para a fabricação mecânica se constroem de formas e valores normalizados. Entre essas normas se consideram as seguintes: (fig. 5).

Cabeça, é a parte do dente compreendida entre as circunferências primitiva e externa. Sua altura é a distância entre elas (diferença de raios).

Pê, é a parte do dente compreendida entre as circunferências primitiva e interna. Sua altura é a distância entre elas.

Altura, é igual a profundidade do vão, ou a soma da altura do pê mais a da cabeça. Também é a distância entre as circunferências interna e externa.

Largura, é a largura do aro da roda.

Espessura circunferencial, é o comprimento do arco da circunferência primitiva que abarca um dente.

Número de dentes, é a quantidade de dentes que tem a roda. Seu valor é sempre um número inteiro.

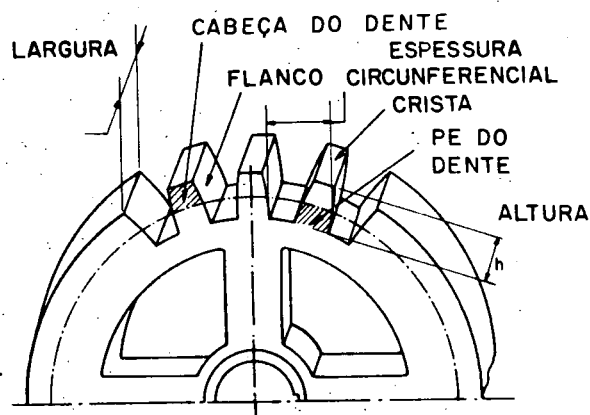


Fig. 5

Flanco, é superfície lateral do dente, que tem como geratriz uma parte do perfil.

Crista, é a superfície lateral do corpo que limita a cabeça do dente.

Vão, se denomina assim a ranhura compreendida entre dois dentes consecutivos. Sua espessura circunferencial é teoricamente igual a do dente, ou seja o comprimento do arco compreendido na circunferência primitiva.

Passo, é o comprimento do arco da circunferência primitiva compreendido entre dois dentes consecutivos.

É, também, a soma das espessuras circunferenciais do dente e do vão.

Para um engrenamento perfeito é condição necessária, que ambas as rodas tenham o mesmo passo.

Módulo: chama-se módulo a um número exato que multiplicado por (π), dá o valor do passo da engrenagem.

Baseado neste número se dimensiona toda a engrenagem. Para o fresador é um dado da roda que se dá, entre outros, e que o projetista calcula em função da potência que deve transmitir a engrenagem. Com o módulo se escolhe a ferramenta para cortar a engrenagem e nos casos de reparação, deve-se calcular, usando as fórmulas que se estudam em cada tipo de engrenagem.

Os módulos usuais são os que se encontram em tabelas ou valores normalizados.

CONSTRUÇÃO

Vários fatores, entre os quais se acham a potência a transmitir e a precisão dessa transmissão, determinam o material e o procedimento com que se deve construir as rodas da engrenagem. A título informativo daremos alguns exemplos:

Materiais.

Para engrenagens de alta velocidade e potência - aços ao carbono; aços ligas com cromo, níquel e molibdeno; fundições com aditivos.

Para engrenagens de máquinas comuns - ferro fundido cinzento e com aditivos.

Para mecanismos expostos a oxidação - bronze e outros metais inoxidáveis.

Para engrenagens que transmitem pouca potência ou que devem ser silenciosas - alumínio, latão, fibras prensadas e sintéticas.

Procedimentos.

- Fundidos em moldes de areia ou metálicos.
- Estampados ou sinterizados em moldes.
- Cunhados.
- Fresados, por reprodução do perfil da fresa.
- Gerados por movimentos circular ou retilíneo alternado da ferramenta.
- Retificados.

A construção pelo procedimento de fresagem, reproduzindo o perfil da fresa, é o normal na fresadora universal.

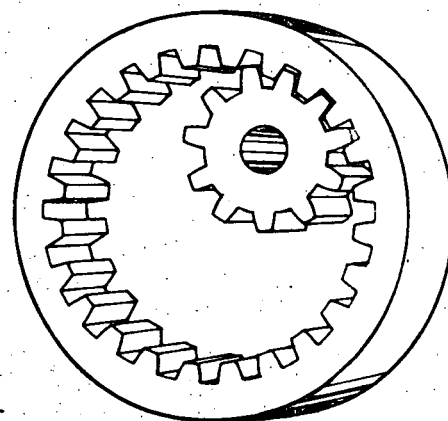
CLASSIFICAÇÃO

Pela forma de seu corpo.

- Cilíndricos
- Cônicos
- Prismáticos (cremalheiras)
- Outros (de perfil elíptico, quadrado etc.) são construídos excepcionalmente, e não incluídos nas generalidades das engrenagens.

Pela forma longitudinal de seus dentes (fig. 6)

| | |
|--------|--------------|
| Retos | Paralelos |
| | Convergentes |
| Curvos | Helicoidais |
| | Espirais |
| | Outros* |



* Existe uma grande variedade de curvas especiais sobre corpos cônicos.

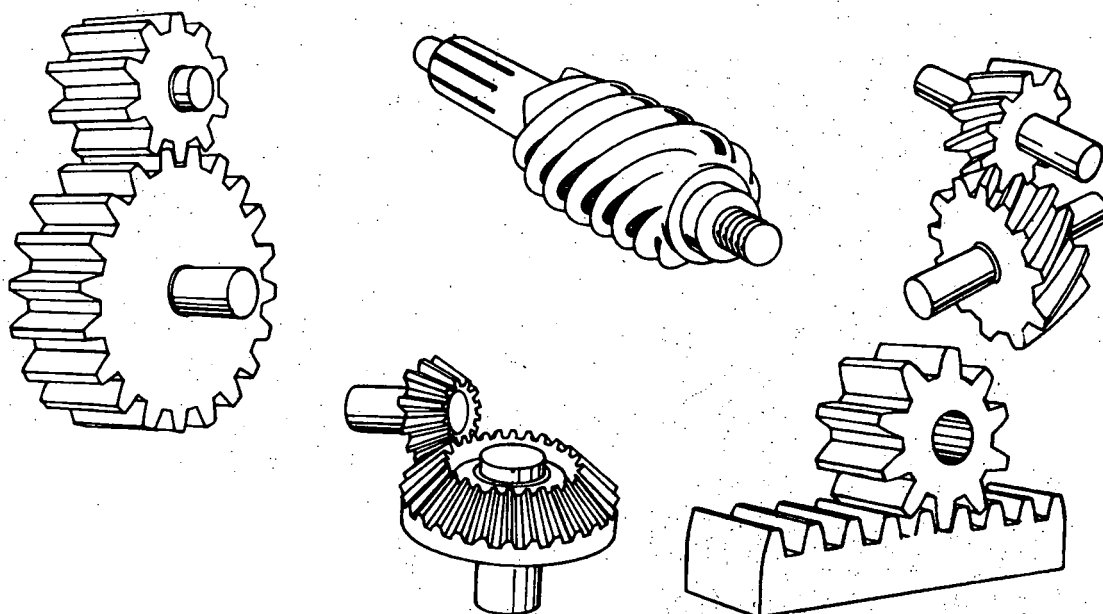


Fig. 6

FUNCIONAMENTO

Durante o funcionamento da engrenagem, a forma do perfil normalizado faz com que o período de contato entre dois dentes, se inicie em um ponto M (fig. 7), quando a aresta da crista do dente conduzido se põe em contato com o flanco do dente condutor. Uma vez iniciado o contato, continua entre os flancos dos dentes até alcançar a aresta da crista do dente condutor no ponto N (fig. 8). A todo o contato entre os flancos dos dentes, corresponde um ponto de contato nos perfis (M) e (N).

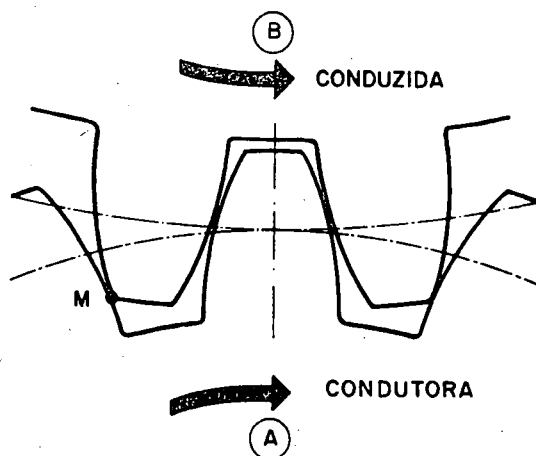


Fig. 7

Existe um ponto particular (P) que coincide com o de contato das circunferências primitivas e se chama *ponto primitivo*. Todos esses pontos estarão sobre uma reta (r) (fig. 9), a qual forma com a tangente (t) comum a ambas as circunferências primitivas, um ângulo (ψ), chamado *ângulo de pressão*.

A curva do perfil dos dentes que corresponde aos flancos chama-se *envolvente da circunferência*.

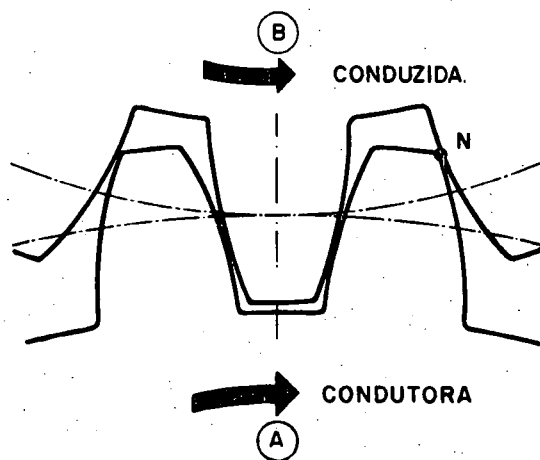


Fig. 8

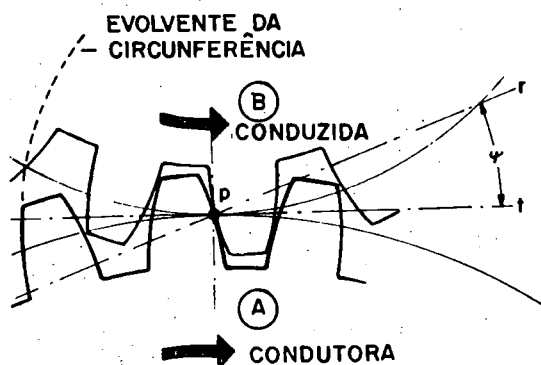


Fig. 9



De acordo com as classificações baseadas na forma do corpo e dos dentes, esta engrenagem seria a que se estabelece entre rodas *cilíndricas*, com dentes *retos*. Este tipo de engrenagem é o mais comum devido ao seu baixo custo e as inúmeras aplicações que tem.

DETERMINAÇÃO DA RODA

Ainda que o fresador, normalmente receba todos os dados necessários para construir as rodas da engrenagem, muitas vezes, deve deduzi-los de uma roda gasta ou quebrada. Por esse motivo deve conhecer as relações, fórmulas e normas que o permitam obter todos os dados necessários.

Notações convencionais (fig. 1).

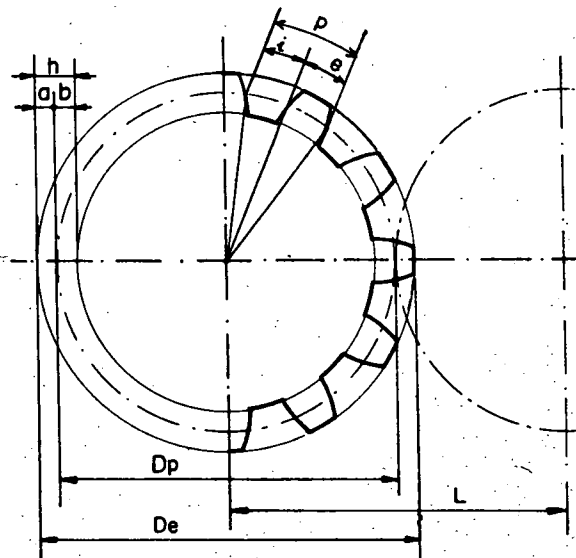


Fig. 1

| NOME | NOTAÇÃO | NOME | NOTAÇÃO |
|--------------------------|---------|--|---------|
| Número de dentes | Z | Altura da cabeça do dente | a |
| Diâmetro interno | Di | Altura do pé do dente | b |
| Módulo | M | Altura total do dente | h |
| Passo | P | Espessura circunferen <u>cial</u> do dente | e |
| Circunferência primitiva | Cp. | Espessura circunferen <u>cial</u> do vão | i |
| Diâmetro externo | De | Ângulo de pressão | ψ |
| Diâmetro primitivo | Dp. | | |
| Largura do dente | ℓ | | |
| Distância entre eixos | L | | |

Valores normalizados para dentes comuns.

Ângulo de pressão. Os mais comuns são: $\psi = 14^{\circ} 30'$ e $\psi = 20^{\circ}$

Altura da cabeça do dente $a = M$



$$\begin{array}{llll} \text{Altura do pé do dente} & b = 1,17 M & \text{para} & \psi = 14^{\circ} 30' \\ & b = 1,25 M & \text{para} & \psi = 20^{\circ} \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{Altura do dente} & h = a + b ; & h = 2,17 M & \text{para} \quad \psi = 14^{\circ} 30' \\ & & h = 2,25 M & \text{para} \quad \psi = 20^{\circ} \end{array}$$

$$\text{Passo dos dentes} \quad p = M \cdot \pi$$

$$\text{Espessura circunferencial do dente} \quad e = \frac{p}{2} = \frac{M \cdot \pi}{2}$$

$$\text{Espessura circunferencial do vão} \quad i = \frac{M \cdot \pi}{2}$$

$$\text{Largura do dente} \quad \ell \quad (\text{pode ser determinado entre os valores em mm de 6, 8, 10, 12, ou 16 vezes o módulo})$$

Fórmulas para dimensionar a roda

A circunferência primitiva, como toda circunferência, tem um comprimento

$$C_p = D_p \cdot \pi$$

porém é também $C_p = p \cdot Z$

então, $C_p = D_p \cdot \pi = p \cdot Z = M \cdot \pi \cdot Z$, de onde se pode determi

nar o D_p

e resulta

$$D_p = M \cdot Z$$

Observando a figura 1 se deduz, que o diâmetro externo pode ser conhecido, somando duas alturas da cabeça do dente, ao diâmetro primitivo.

Então: $D_e = D_p + 2a$; como $a = M$

$$D_e = M \cdot Z + 2M = M(Z + 2) \Rightarrow D_e = M(Z + 2)$$

Também se deduz da figura 1, que o diâmetro interno pode ser calculado, diminuindo do diâmetro primitivo, duas alturas do pé do dente.

$$D_i = D_p - 2b$$

Outra dimensão importante na engrenagem, é a distância entre eixos, tal como se observa na figura 1, e que é igual a soma dos raios das circunferências primitivas. Então seu valor é:



$$L = \frac{D_p}{2} + \frac{D_p}{2} = \frac{M Z}{2} + \frac{M Z}{2} = \frac{M (Z + Z)}{2}$$

Exemplo 1.

Calcular as dimensões necessárias para construir uma roda para engrenagem cilíndrica reta que deve ter 40 dentes de módulo 3.

Dados:

$Z = 40$

$M = 3$

Para preparar a roda:

$D_e = M (Z + 2) = 3 (40 + 2) = 126 \text{ mm}$

$l = 10. M = 30 \text{ mm}$

Para fresar dentes:

$h = 2,25 \cdot M = 2,25 \times 3 = 6,75 \text{ mm}$

$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{3 \times 3,1416}{2} = 4,71 \text{ mm}$

Exemplo 2.

De uma engrenagem gasta se pode deduzir que tem um diâmetro externo de 33mm e 20 dentes. Calcular as dimensões para fazer uma nova.

Dados:

$D_e = 33$

$Z = 20$

Cálculo do módulo:

da fórmula $D_e = M (Z + 2)$

deduz-se $M = \frac{D_e}{Z + 2} = \frac{33}{20 + 2} = 1,5$

$h = 2,25 M = 2,25 \times 1,5 = 3,375 \text{ mm}$

$e = \frac{M \cdot \pi}{2} = \frac{1,5 \times 3,1416}{2} = 2,36 \text{ mm}$

ENGRENAGEM PINHÃO - CREMALHEIRA

Há um caso particular de engrenagem; é o que está constituído por uma roda cilíndrica, o *pinhão* e outra com os dentes em uma superfície plana chamada *cremalheira* (fig. 2).

A cremalheira pode ser considerada como uma roda de diâmetro infinitamente grande, e neste caso, cada circunferência característica da roda é uma reta. Por isso a circunferência primitiva do pinhão é tangente à linha primitiva da cremalheira.

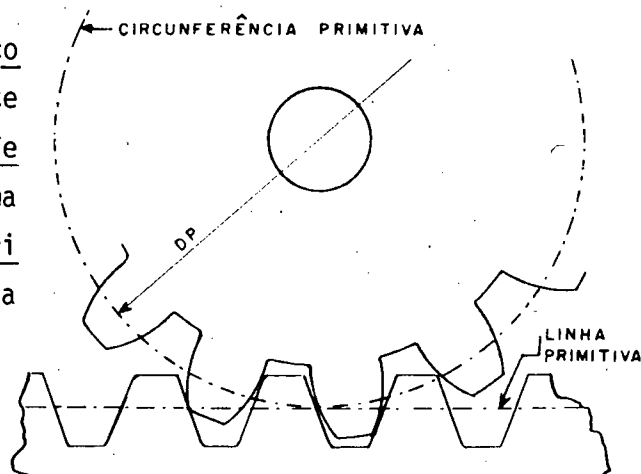


Fig. 2

ENGRENAGEM INTERNA

Outro caso especial de engrenagem é aquele em que a coroa tem dentes internos. A circunferência primitiva do pinhão é tangente interna à da coroa (fig. 3). A diferença que pode confundir, está em que a circunferência externa da coroa passa pelo fundo dos vãos e a interna pela crista dos dentes.

Por isso as dimensões (a) e (b) do dente são:

$$\frac{De - Dp}{2} = b$$

$$b = 1,17 \text{ para } \psi = 14^{\circ}30'$$

$$b = 1,25 \text{ para } \psi = 20^{\circ}$$

$$\frac{Dp - Di}{2} = a = M$$

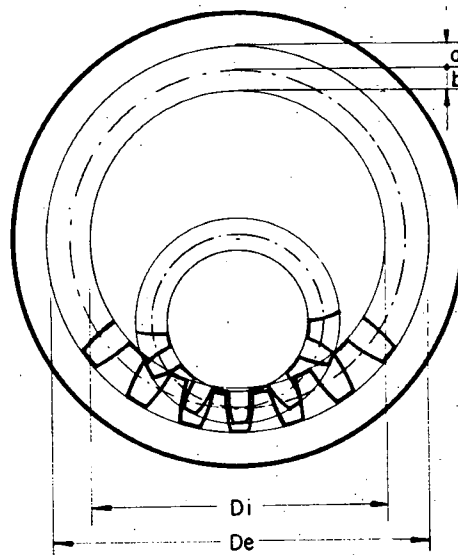


Fig. 3

Resumo de fórmulas práticas

$$Dp = M \cdot Z$$

$$De = M (Z + 2)$$

$$h = 2,25 M \text{ para } \psi = 20^{\circ}$$

$$h = 2,17 M \text{ para } \psi = 14^{\circ}30'$$

$$\ell = \text{de 6 a 12 módulos}$$

$$L = \frac{M (Z + Z)}{2}$$

$$Z = \frac{Dp}{M}$$

$$Z = \frac{De}{M} - 2$$

$$M = \frac{De}{Z+2}$$



MÓDULOS MÉTRICOS NORMALIZADOS (Normalização I. S. O.)

Valores que devem ser usados preferencialmente:

1 - 1.25 - 1.50 - 2 - 2.50 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 10 - 12 - 16 - 20

Valores secundários

1.125 - 1.375 - 1.75 - 2.25 - 2.75 - 3.50 - 4.50 - 5.50 - 7 - 9 - 11 - 14 - 18

Valores que devem ser evitados, se possível

3.25 - 3.75 - 6.5

DIAMETRAL PITCH

Nos casos em que as dimensões da roda se expressam em polegadas, o cálculo das engrenagens se faz com outro número, chamado "Pitch" (P). Define-se como o quociente que resulta em dividir o número de dentes pelo diâmetro primitivo.

Exemplo

Uma roda de engrenagem tem 5" de diâmetro primitivo e 50 dentes;
Calcular seu diametral Pitch.

$$P = \frac{Z}{D_p} = \frac{50}{5"} = 10$$

(Normalização I.S.O.)

Valores que devem ser usados preferencialmente:

20 - 16 - 12 - 10 - 8 - 6 - 5 - 4 - 3 - 2.5 - 2 - 1.5 - 1.25 - 1

Valores secundários

18 - 14 - 9 - 7 - 5.5 - 4.5 - 3.5 - 2.75 - 2.25 - 1.75

*JOGO DE FRESAS PARA ENGRENAGENS*

Para a fresagem dos dentes das engrenagens, teoricamente teríamos que dispor de uma fresa para cada módulo e para cada número de dentes. Como isso é impossível utilizamos jogos de oito fresas para cada módulo, assim discriminadas:

| Fresa nº | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-------------|
| nº de dentes | 12 | 14 | 17 | 21 | 26 | 35 | 55 | 135 |
| por construir (Z) | 13 | 16 | 20 | 25 | 34 | 54 | 134 | cremalheira |

A boa construção de uma roda de engrenagem está determinada entre outras coisas, pela correta dimensão de seus dentes.

Um erro no dentado pode dar lugar, em um sistema de engrenagens, a um desgaste excessivo, a uma deformação prematura e a irregularidade na relação de velocidades de rotação dos eixos correspondentes.

A verificação das dimensões do dente de uma roda de engrenagem se realiza medindo a espessura do dente na circunferência primitiva, e a altura da cabeça do dente, ficando as outras dimensões determinadas indiretamente mediante o cálculo.

Estas medições podem ser feitas diretamente sobre o dente com o calibre especial para dentes de engrenagens, ou indiretamente com um calibre comum.

MEDIÇÃO COM CALIBRE ESPECIAL (FIG: 1),

A medição com este calibre consiste em fixar no instrumento, as medidas previamente calculadas (X = comprimento da corda \overline{AB} do dente = medida a tomar com o cursor na régua principal, e a' = a altura corrigida da cabeça do dente, medida que se fixa com o cursor na régua vertical) e verificar quando se realiza o fresado até obter no dente as dimensões fixadas.

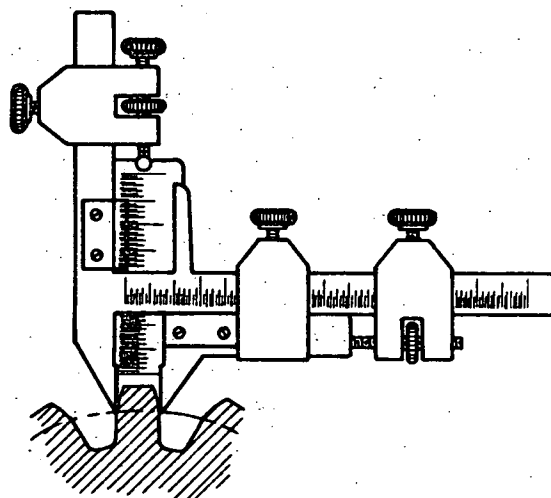


Fig. 1

Símbolos e fórmulas (fig. 2).

- a = Altura da cabeça do dente
- a' = Altura corrigida
- f = Flecha de correção
- M = Módulo
- Z = Número de dentes da roda
- D_p = Diâmetro primitivo
- R_p = Raio primitivo
- X = Comprimento da corda AB do dente da circunferência primitiva.
- β = Ângulo do dente

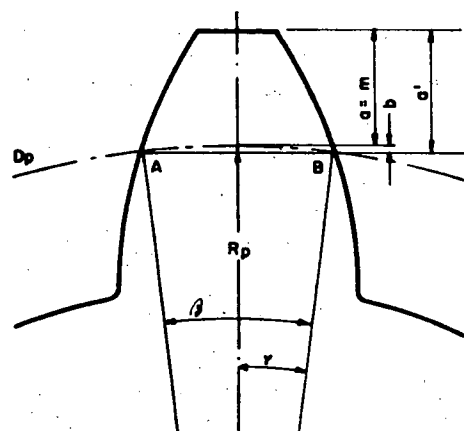


Fig. 2

Para a obtenção da medida X em uma engrenagem de dentes retos, a fórmula a ser utilizada é:

$$X = \frac{180^\circ}{Z} \cdot \frac{D_p}{\sin \alpha}$$

$$a' = \frac{90^\circ}{Z} \cdot \frac{D_p}{\sin \alpha}$$

$$a' = M + f = a + f$$

A verificação das dimensões do dente de engrenagem se faz através da medição da espessura do dente na circunferência primitiva, e a fórmula a ser utilizada é:

Na tabela nº 1 aparecem já calculados os valores de X e a' correspondentes a rodas de 6 a 50 dentes de módulo igual a 1. Para rodas com número de dentes maiores de 50 é mais conveniente operar com a fórmula correspondente.

TABELA Nº 1 - TABELA DE COMPRIMENTO DA CORDA X E ALTURA a' PARA O MÓDULO 1

| Z | X | a' | Z | X | a' | Z | X | a' |
|----|--------|--------|----|--------|--------|----|--------|--------|
| 6 | 1,5529 | 1,1022 | 21 | 1,5693 | 1,0293 | 36 | 1,5702 | 1,0171 |
| 7 | 1,5568 | 1,0873 | 22 | 1,5694 | 1,0280 | 37 | 1,5703 | 1,0166 |
| 8 | 1,5607 | 1,0769 | 23 | 1,5695 | 1,0268 | 38 | 1,5703 | 1,0162 |
| 9 | 1,5628 | 1,0684 | 24 | 1,5696 | 1,0256 | 39 | 1,5703 | 1,0158 |
| 10 | 1,5643 | 1,0615 | 25 | 1,5697 | 1,0246 | 40 | 1,5703 | 1,0154 |
| 11 | 1,5653 | 1,0559 | 26 | 1,5698 | 1,0237 | 41 | 1,5704 | 1,0150 |
| 12 | 1,5663 | 1,0513 | 27 | 1,5699 | 1,0223 | 42 | 1,5704 | 1,0147 |
| 13 | 1,5669 | 1,0473 | 28 | 1,5699 | 1,0219 | 43 | 1,5704 | 1,0143 |
| 14 | 1,5675 | 1,0440 | 29 | 1,5700 | 1,0212 | 44 | 1,5704 | 1,0140 |
| 15 | 1,5679 | 1,0410 | 30 | 1,5700 | 1,0205 | 45 | 1,5704 | 1,0137 |
| 16 | 1,5682 | 1,0385 | 31 | 1,5701 | 1,0199 | 46 | 1,5705 | 1,0133 |
| 17 | 1,5685 | 1,0362 | 32 | 1,5701 | 1,0192 | 47 | 1,5705 | 1,0131 |
| 18 | 1,5688 | 1,0342 | 33 | 1,5701 | 1,0186 | 48 | 1,5705 | 1,0128 |
| 19 | 1,5689 | 1,0324 | 34 | 1,5702 | 1,0181 | 49 | 1,5705 | 1,0125 |
| 20 | 1,5691 | 1,0308 | 35 | 1,5702 | 1,0176 | 50 | 1,5705 | 1,0123 |

PARA MAIOR NÚMERO DE DENTES OPERAR COM AS FÓRMULAS

A forma de operar com esta tabela é a seguinte:

Para um número de dentes determinado, se toma o valor correspondente que aparece na tabela e se multiplica pelo valor do módulo com que se construirá a engrenagem. Esses produtos serão os valores de fixação no paquímetro.

Para compreender melhor estes conceitos, veja-se o seguinte exemplo:

Determinar as medidas a fixar no paquímetro especial, para verificar as dimensões dos dentes de uma engrenagem com módulo

$$M = 4,5 \text{ e } Z = 48$$

Na tabela, a $Z = 48$ correspondem os valores $X = 1,5705$

$$a' = 1,0128$$

Então temos que:

$$\text{a medida } X = 1,5705 \cdot M$$

$$X = 1,5705 \cdot 4,5$$

$$X = 7,067 \text{ mm}$$

$$\text{a medida } a' = 1,0128 \cdot M$$

$$a' = 1,0128 \cdot 4,5$$

$$a' = 4,56 \text{ mm}$$

MEDIÇÃO INDIRETA COM O PAQUÍMETRO COMUM

Este é um método de medição que simplifica a verificação dos dentes de uma roda de engrenagem, independentemente dos valores de seus diâmetros.

Consiste em tomar a medida da corda correspondente a um arco compreendido entre o número determinado de dentes de acordo com o ângulo de pressão e ao número de dentes da roda (fig. 3).

A fórmula para deduzir o valor da constante (comprimento-K a medir) se baseia no método de formação da envolvente. Como podemos verificar na figura 3, o comprimento $FG = SZ = \text{constante } K$, por ser tangente à circunferência do círculo base.

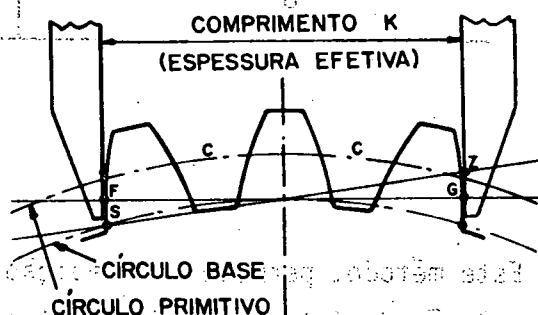


Fig. 3

*Símbolos.*

M = Módulo

C = Número de intervalos dos dentes

Z = Número de dentes da roda

 ψ = Ângulo de pressão em graus ψ_r = Ângulo de pressão em radianos*Fórmulas simplificadas para ângulos de pressão mais usados:*Para $\psi = 14^{\circ}30'$; $K = M$ $(3,04280 \times C) + 1,5218 + (0,00514 \times Z)$ Para $\psi = 15^{\circ}$; $K = M$ $(3,03455 \times C) + 1,5177 + (0,00594 \times Z)$ Para $\psi = 20^{\circ}$; $K = M$ $(2,952 \times C) + 1,476 + (0,014 \times Z)$

TABELA Nº 2

TABELA PARA SELEÇÃO DO NÚMERO DE INTERVALOS DOS DENTES ENTRE OS ENCOSTOS
DO PAQUÍMETRO

| Número mínimo de intervalos dos dentes C | Ângulos de pressão | |
|--|--------------------|-------|
| | 14°30' | 20° |
| | Número de dentes | |
| 1 | 12-25 | 12-18 |
| 2 | 26-37 | 19-27 |
| 3 | 38-50 | 28-36 |
| 4 | 51-62 | 37-45 |
| 5 | 63-75 | 46-54 |
| 6 | 76-87 | 55-63 |
| 7 | 88-100 | 64-72 |
| 8 | --- | 73-81 |

Este método, permite uma medição rápida e eficaz, e com a tabela para a seleção de intervalos dos dentes (tabela nº 2) que introduzimos, simplifica-se, notadamente, a operação de verificar a medida.

As rodas para corrente são, essencialmente, rodas de engrenagens de características particulares, cujo engrenamento não se produz, diretamente entre si, senão através dos roletes e os elos que constituem a corrente (fig. 1).

São um caso particular de um sistema de engrenagens cilíndricas de dentes retos, que se utilizam para a transmissão do movimento entre eixos paralelos com uma distancia entre centros maior que a soma dos raios das rodas.

CONSTITUIÇÃO

Como roda de engrenagem que é, a roda para corrente tem muitas características e notações comuns com as rodas de engrenagens cilíndricas de dentes retos, mas os dentes têm uma forma diferente e as dimensões se calculam baseadas nos elementos da corrente. Com efeito, nas rodas para corrente se consideram, para o cálculo e sua construção, os seguintes dados: (ver figs. 1 e 2).

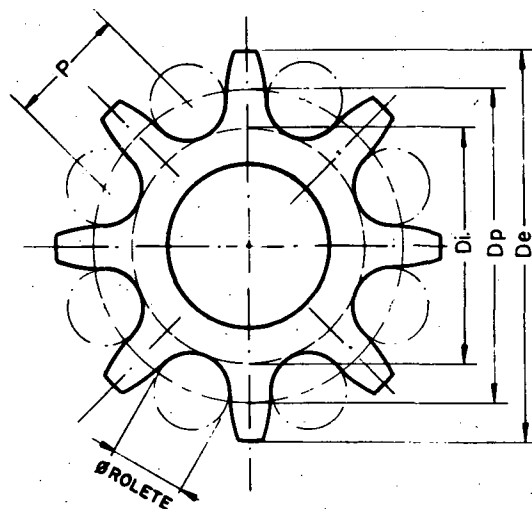


Fig. 1

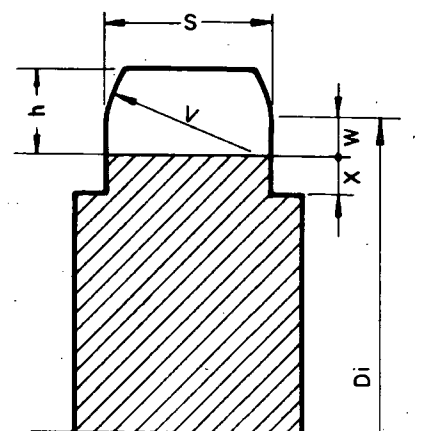


Fig. 2

- α = Ângulo compreendido entre os raios que passam pelos centros dos dentes consecutivos, ou o que é igual, a abertura de um passo.
- Z = Número de dentes.
- Dp = Diâmetro primitivo.
- De = Diâmetro externo.
- Di = Diâmetro interno.
- d = Diâmetro dos roletes.
- p = Distância entre centros dos roletes da corrente = passo da corrente.
- h = Altura do dente.
- V = Raio do flanco do dente.
- S = Largura do dente.
- x = Apoio da corrente.



Fórmulas para o cálculo:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$D_p = \frac{P}{\sin \alpha}$$

$$D_e = D_p + d$$

$$D_i = D_p - d$$

$$d = D_p - D_i$$

$$Z = \frac{180^\circ}{\alpha}$$

$$P = D_p \times \sin \alpha$$

Outros valores assinalados na figura 2, estão indicados na tabela nº 1 de dimensões normalizadas das rodas para corrente.

TABELA Nº 1

DIMENSÕES NORMALIZADAS

| Passo P | ROLETE | | | RODAS | | | |
|------------|--------|-------|------------|-------|-------|------|------|
| | L | d | S m̄ax. | V | W | h | X |
| 8 | 3,00 | 5,00 | 2,69 | 8 | 1,27 | 5,00 | 2,16 |
| 9,52 | 3,94 | 6,35 | 3,58 | 9,53 | 1,52 | 5,95 | 2,03 |
| | 5,72 | | 5,33 | | | | |
| 12,70 | 2,38 | 7,75 | 2,05 | 12,70 | 3,48 | 7,94 | 2,16 |
| | 3,30 | | 2,97 | | 2,92 | | |
| | 4,88 | | 4,47 | | | | |
| | 5,21 | 8,51 | 4,80 | | 2,03 | 2,79 | |
| | 7,75 | | 7,24 | | | | |
| 15,87 | 3,30 | 7,75 | 2,97 | 15,88 | 3,56 | 8,76 | 2,16 |
| | 4,88 | | 4,47 | | | | |
| | 6,48 | 10,16 | 6,02 | | 2,54. | 9,92 | 3,30 |
| | 9,65 | | 9,04 | | | | |
| 19,05 | 7,87 | 12,07 | 7,37 | 19,05 | 3,05 | 11,9 | 3,81 |
| | 11,68 | | 11,00 | | | | |
| 25,40 | 12,70 | 15,88 | 11,99 | 25,40 | 4,06 | 15,9 | 4,19 |
| | 17,02 | | 16,13 | | | | |

A usinagem dos dentes destas rodas pode ser feita com fresas de formas (fig. 3), especialmente construídas para estas operações por^{em}, na falta destas, são construídas por um procedimento que consiste em fazer furações de diâmetros iguais ao diâmetro dos roletes da corrente, com centro na circunferência primitiva. A seguir, com uma ferramenta de forma especialmente construída, se termina em dar a forma e dimensões do dente.

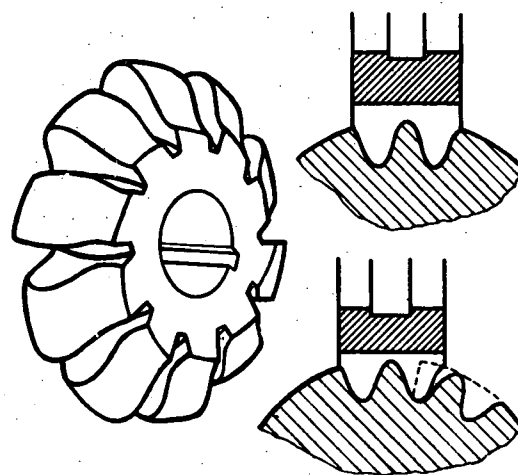


Fig. 3

Na tabela nº 2 se indica um dado muito importante (diâmetro unitário) que permite resolver com bastante rapidez os cálculos das dimensões para estas rodas. Com efeito, para se obter o diâmetro primitivo de uma roda, toma-se na tabela o valor do diâmetro unitário correspondente ao número de dentes que terá a roda, e multiplica-se pelo valor do passo da corrente.

Exemplo.

Calcular as dimensões de uma roda de 68 dentes para uma corrente de passo = 19,05 mm, cujos roletes têm o diâmetro = 12,70 mm.

O valor do diâmetro unitário correspondente a 68 dentes (ver tabela) é 21,6528.

Logo para o D_p temos:

$$\begin{aligned} D_p &= 21,6528 \cdot P \\ D_p &= 21,6528 \times 19,05 \\ D_p &= 413,48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para D_e temos:

$$\begin{aligned} D_e &= D_p + d \\ D_e &= 413,48 + 12,70 \\ D_e &= 425,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

Para o D_i temos:

$$\begin{aligned} D_i &= D_p - d \\ D_i &= 413,48 - 12,70 \\ D_i &= 401,41 \end{aligned}$$



Para o ângulo α temos:

$$\alpha = \frac{180^\circ}{Z}$$

$$\alpha = \frac{180^\circ}{68}$$

$$\alpha = 2^\circ 38' 49''$$

TABELA Nº 2

| Número de dentes | Diâmetro primitivo unitário | Número de dentes | Diâmetro primitivo unitário em mm | Número de dentes | Diâmetro primitivo unitário em mm | Número de dentes | Diâmetro primitivo unitário em mm |
|------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 7 | 2,3047 | 43 | 13,6995 | 79 | 25,1531 | 115 | 36,6102 |
| 8 | 2,6131 | 44 | 14,0176 | 80 | 25,4713 | 116 | 36,9285 |
| 9 | 2,9238 | 45 | 14,3356 | 81 | 25,7896 | 117 | 37,2467 |
| 10 | 3,2361 | 46 | 14,6537 | 82 | 26,1078 | 118 | 37,5650 |
| 11 | 3,5494 | 47 | 14,9717 | 83 | 26,4260 | 119 | 37,8833 |
| 12 | 3,8637 | 48 | 15,2898 | 84 | 26,7443 | 120 | 38,2016 |
| 13 | 4,1786 | 49 | 15,6079 | 85 | 27,0625 | 121 | 38,5198 |
| 14 | 4,4940 | 50 | 15,9260 | 86 | 27,3807 | 122 | 38,8381 |
| 15 | 4,8097 | 51 | 16,2441 | 87 | 27,6990 | 123 | 39,1564 |
| 16 | 5,1258 | 52 | 16,5622 | 88 | 28,0172 | 124 | 39,4746 |
| 17 | 5,4422 | 53 | 16,8803 | 89 | 28,3355 | 125 | 39,7929 |
| 18 | 5,7588 | 54 | 17,1984 | 90 | 28,6537 | 126 | 40,1112 |
| 19 | 6,0755 | 55 | 17,5166 | 91 | 28,9719 | 127 | 40,4295 |
| 20 | 6,3925 | 56 | 17,8347 | 92 | 29,2902 | 128 | 40,7478 |
| 21 | 6,7095 | 57 | 18,1529 | 93 | 29,6084 | 129 | 41,0660 |
| 22 | 7,0266 | 58 | 18,4710 | 94 | 29,9267 | 130 | 41,3843 |
| 23 | 7,3439 | 59 | 18,7892 | 95 | 30,2449 | 131 | 41,7026 |
| 24 | 7,6613 | 60 | 19,1073 | 96 | 30,5632 | 132 | 42,0209 |
| 25 | 7,9787 | 61 | 19,4255 | 97 | 30,8815 | 133 | 42,3391 |
| 26 | 8,2962 | 62 | 19,7437 | 98 | 31,1997 | 134 | 42,6574 |
| 27 | 8,6138 | 63 | 20,0619 | 99 | 31,5180 | 135 | 42,9757 |
| 28 | 8,9314 | 64 | 20,3800 | 100 | 31,8362 | 136 | 43,2940 |
| 29 | 9,2491 | 65 | 20,6982 | 101 | 32,1545 | 137 | 43,6123 |
| 30 | 9,5668 | 66 | 21,0164 | 102 | 32,4727 | 138 | 43,9306 |
| 31 | 9,8845 | 67 | 21,3346 | 103 | 32,7910 | 139 | 44,2488 |
| 32 | 10,2023 | 68 | 21,6528 | 104 | 33,1093 | 140 | 44,5671 |
| 33 | 10,5201 | 69 | 21,9710 | 105 | 33,4275 | 141 | 44,8854 |
| 34 | 10,8380 | 70 | 22,2892 | 106 | 33,7458 | 142 | 45,2037 |
| 35 | 11,1558 | 71 | 22,6074 | 107 | 34,0640 | 143 | 45,5220 |
| 36 | 11,4737 | 72 | 22,9256 | 108 | 34,3823 | 144 | 45,8403 |
| 37 | 11,7916 | 73 | 23,2438 | 109 | 34,7006 | 145 | 46,1585 |
| 38 | 12,1096 | 74 | 23,5620 | 110 | 35,0188 | 146 | 46,4768 |
| 39 | 12,4275 | 75 | 23,8802 | 111 | 35,3371 | 147 | 46,7951 |
| 40 | 12,7455 | 76 | 24,1985 | 112 | 35,6554 | 148 | 47,1134 |
| 41 | 13,0635 | 77 | 24,5167 | 113 | 35,9737 | 149 | 47,4317 |
| 42 | 13,3815 | 78 | 24,8349 | 114 | 36,2919 | 150 | 47,7500 |



Dá-se o nome de trem de engrenagens a um conjunto de rodas dentadas, cuja combinação está destinada a transmitir o movimento giratório de um eixo a outro, de acordo com uma certa relação de velocidade prevista.

CLASSIFICAÇÃO

Existe diversos tipos de trens de engrenagens tais como:

- Trens de engrenagens de eixos fixos.
- Trens de engrenagens deslocáveis.
- Trens de engrenagens basculantes.
- Trens de engrenagens planetários.

empregados nos mecanismos de mudança de velocidades, mudanças de avanços, inversão de marcha etc. Neste tema nos preocuparemos exclusivamente dos "trens de engrenagens de eixos fixos", por ser estes os únicos que se calculam para trocar-se ou modificar-se no momento prévio à execução de um determinado trabalho.

CONSTITUIÇÃO DE UM TREM DE ENGRENAGENS

As máquinas ferramentas, onde se usa este mecanismo, têm os elementos necessários para poder armá-lo e montá-lo de diferentes maneiras. As partes principais de um trem de engrenagem são (fig. 1):

- suporte de engrenagens (S)
- eixo intermediário (E)
- rodas dentadas:
 - condutora (A)
 - intermediária (B)
 - conduzida (C)

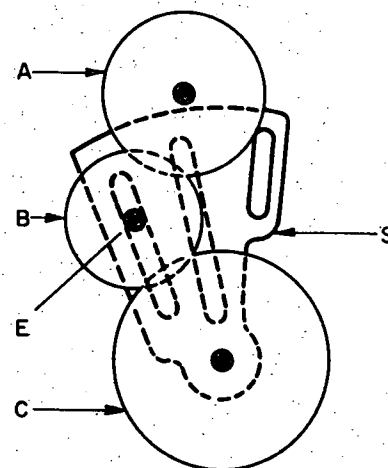


Fig. 1

Suporte de engrenagens (fig. 2)

É uma placa de ferro fundido com diversas ranhuras (a) para permitir o acoplamento dos eixos intermediários. Leva um furo (b) que serve de guia para fixação e como pivô para facilitar o ajuste do trem de engrenagens.

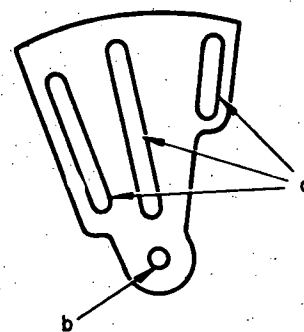


Fig. 2

Os suportes de engrenagens podem ter formas variadas dependendo da máquina e lugar em que se situam.

Eixos intermediários (fig. 3-a e 3-b).

São os eixos que se situam no suporte de engrenagens para montar as rodas dentadas que completam o trem de engrenagens.

Nestes eixos se distinguem basicamente as seguintes partes:

- Parte cilíndrica (L), na qual vão situadas as engrenagens. Seu comprimento admite um máximo de duas (2) engrenagens.
- Espiga roscada (R), que permite a fixação do eixo no suporte de engrenagens (lira).
- Furo roscado (T), que aloja o parafuso que impede a saída das engrenagens.

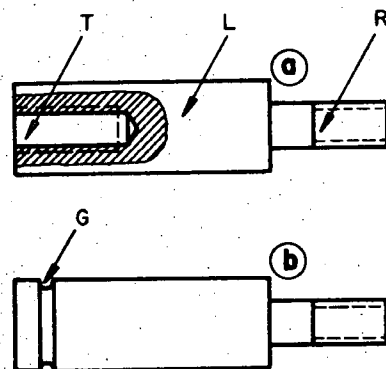


Fig. 3

Existem eixos que em lugar do furo roscado possuem uma ranhura circular (G) que aloja um anel de segurança (fig. 3-b).

Entre o eixo e o furo central das rodas dentadas monta-se uma bucha (F) com rasgo para chaveta (fig. 4) que permite a roda conduzir a de transmitir o movimento de giro à roda condutora do mesmo eixo (fig. 5).

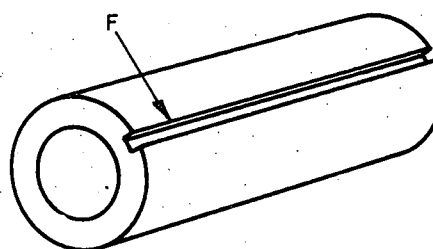


Fig. 4

Rodas dentadas (fig. 5).

As máquinas em que se aplicam os trens de engrenagens de eixos fixos trazem um ou mais jogos de rodas dentadas, com diferente número de dentes, que possibilitam uma vasta gama de combinações.

Segundo a posição relativa que, no trem de engrenagem, tenham as rodas dentadas, será função de cada uma delas e o nome que recebem. Estas funções são três:

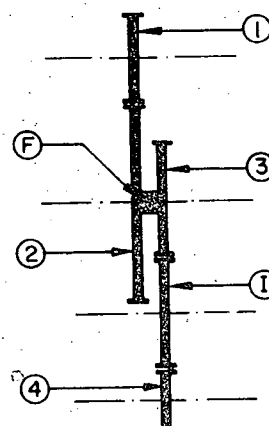


Fig. 5

Engrenagem condutora, (1 e 3), recebe o movimento de um eixo e o transmite a uma engrenagem.

Engrenagem conduzida (2 e 4), recebe o movimento de uma engrenagem e o transmite a um eixo.

Engrenagem intermediária (I), recebe o movimento de uma engrenagem e o transmite a outra engrenagem. Também é conhecida como engrenagem parasita, por não alterar a relação de transmissão no trem de engrenagens.

Cálculo de um trem de engrenagens, (relação de transmissão).

Como a finalidade de um trem de engrenagens é transmitir o movimento de giro de um eixo a outro, de acordo com uma certa *relação*, pode-se determinar, mediante um cálculo simples, quais devem ser as engrenagens que tornarão possível a transmissão do movimento, nas condições previstas, aplicando a fórmula seguinte:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

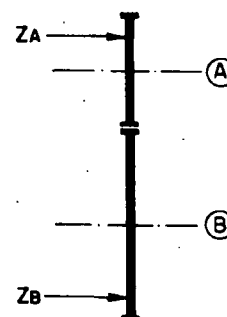


Fig. 6

na qual (fig. 6):

N_A = velocidade de rotação do eixo "A"

N_B = velocidade de rotação do eixo "B"

Z_B = número de dentes da engrenagem que deve ir no eixo "B"

Z_A = número de dentes da engrenagem que deve ir no eixo "A"

Exemplo

Um eixo "A" gira a 350 rpm e se deseja transmitir seu movimento a outro eixo "B", porém de maneira que a velocidade do eixo "B" seja de 100 rpm. Que engrenagens devem ser utilizadas para conseguir esta relação e como devem ser presas aos eixos?

Desenvolvimento

Aplicando a fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Se obtém ao substituir:

$$\frac{350}{100} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

ao dividir cada termo por 50 resulta: $\frac{350}{100} = \frac{7}{2}$

Como o propósito é determinar o número de dentes das engrenagens na fração $\frac{7}{2}$, se multiplica cada termo por um mesmo número para obter uma fração cujo numerador e denominador coincidam com o número de dentes de um par de rodas dentadas no jogo de engrenagens da máquina.

$$\frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

o qual se interpreta da seguinte maneira (fig. 7)

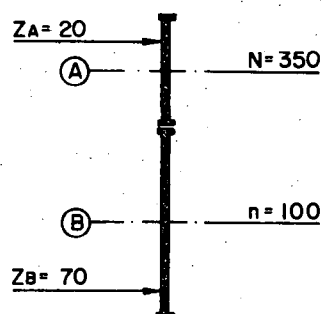


Fig. 7

- O numerador $Z_B = 70$ corresponde a uma roda dentada de 70 dentes, que deve ser colocada no eixo "B".
- O denominador $Z_A = 20$ corresponde a uma engrenagem de 20 dentes, que deve ser colocada no eixo "A".

Desta maneira verifica-se a *relação de transmissão*

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A} \quad \text{já que:} \quad \frac{350}{100} = \frac{70}{20}$$

Este exemplo permite obter algumas conclusões de ordem geral:

- Segundo seja a relação de velocidade $\frac{N_A}{N_B}$ entre o eixo que transmite o movimento (eixo condutor) e o eixo que recebe o movimento (eixo conduzido), será a relação que tem entre o número de dentes da engrenagem condutora e da engrenagem conduzida $\frac{Z_A}{Z_B}$.
- Sendo necessário intercalar (fig. 8) uma engrenagem dentada (I) entre uma engrenagem condutora (Z_A) e uma conduzida (Z_B) a relação de transmissão $\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$ não se

altera. Por isso a roda intermediária se denomina também parasita

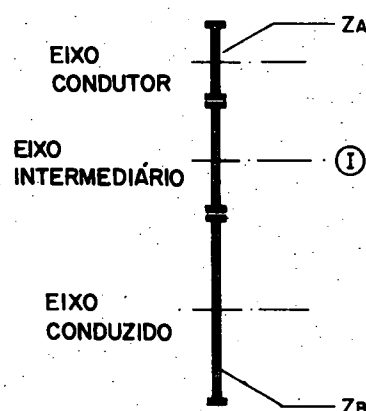


Fig. 8

3ª Aplicando a fórmula de *relação de transmissão* pode-se determinar qualquer tipo de trem de engrenagens.

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

TIPOS DE TRENS DE ENGRENAGENS

Os trens de engrenagens se diferenciam entre si pela quantidade de rodas condutoras e rodas conduzidas que levam. Esta quantidade de rodas está determinada, principalmente, por dois fatores:

- pela relação de transmissão, que pode ser mais simples ou mais complexa que outras, segundo sejam as características dos eixos, fusos e parafusos que se querem vincular mediante um trem de engrenagens;
- pela gama de rodas dentadas, de diferente número de dentes, que tenha o jogo de rodas da máquina.

De acordo a estas duas condições a razão $\frac{Z_A}{Z_B}$ pode-se decompor em vários fatores como:

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \quad \text{e também} \quad \frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6},$$

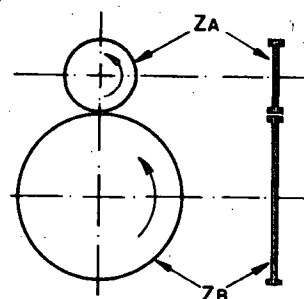
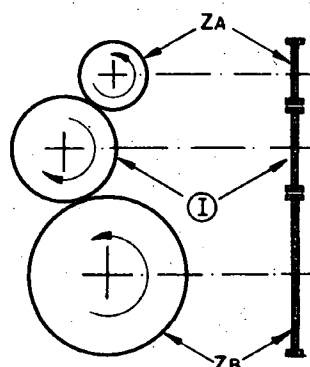
o qual, sem alterar a relação de transmissão origina os diferentes tipos de engrenagens:

1 - Trem de engrenagens simples:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

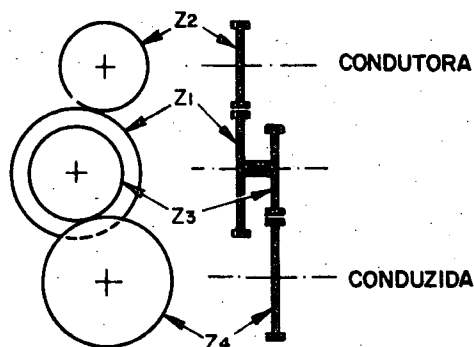
Caracteriza-se por ter uma roda condutora (Z_A) e uma conduzida (Z_B) (fig. 9). O exemplo descrito anteriormente corresponde a um trem de engrenagens simples. Neste trem podemos intercalar uma ou duas engrenagens intermediárias (I) segundo convenha, quer seja porque as engrenagens, condutoras e conduzidas ficam muito separadas ou porque deseja-se que o eixo conduzido gire em determinado sentido (fig. 10).

Isto é válido para qualquer trem de engrenagens.


Fig. 9

Fig. 10
2 - Trem de engrenagens composto de quatro rodas:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

Este trem de engrenagens caracteriza-se por possuir duas engrenagens conduzidas (Z_2 e Z_4) e duas condutoras (Z_1 e Z_3) (fig. 11).


Fig. 11
Exemplo

Necessita-se que um eixo "B" dê 2 voltas no mesmo tempo que um eixo "A" dê 6,3 voltas. Calcular um trem de engrenagens que torne possível esta relação e indicar a fixação de cada roda.

Desenvolvimento

Aplicando a fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

tem-se ao substituir:

$$\frac{6,3}{2} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

multiplicando numerador e denominador por 10 obtêm-se a seguinte proporção:

$$\frac{6,3}{2} = \frac{63}{20}$$

Não havendo roda dentada de 63 dentes a razão $\frac{63}{20}$ pode converter-se em $\frac{7 \times 9}{2 \times 10}$ na qual, multiplicando cada termo por 10 converte-se em:

$$\frac{70 \times 90}{20 \times 100}$$

Desta maneira verifica-se a *relação de transmissão*:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

3- Trem de engrenagens composto de seis rodas: (fig. 12)

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

Este trem de engrenagens caracteriza-se por levar tres rodas condutoras (Z_2 , Z_4 e Z_6) e tres conduzidas (Z_1 , Z_3 e Z_5).

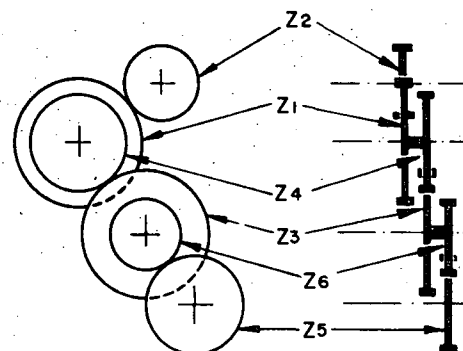


Fig. 12

Exemplo

Necessita-se conectar dois eixos, de maneira que enquanto o eixo condutor dá 5 voltas o conduzido dará 81.

Determinar um trem de engrenagens que proporcione esta relação e dar a posição que corresponde a cada roda dentada.

Desenvolvimento

Aplica-se a fórmula:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_B}{Z_A}$$

Substituindo os termos pelos valores conhecidos e procedendo se
gundo as regras das razões e proporções, se obtêm, sucessivamente:

$$\frac{81}{5} = \frac{9 \times 9}{5 \times 1} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 90}{50 \times 10} ; \quad \frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 2}{25 \times 20 \times 1}$$

e finalmente:
$$\frac{81}{5} = \frac{90 \times 45 \times 60}{25 \times 20 \times 30}$$

com o que a *relação de transmissão* é verificada:

$$\frac{N_A}{N_B} = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4} \cdot \frac{Z_5}{Z_6}$$

Disposição de um trem de engrenagens:

Para armar um trem de engrenagens e distribuir as rodas dentadas deve-se ter presente os seguintes aspectos:

- 1- Identificar qual é o eixo condutor do movimento e qual será o conduzido.
- 2- Em função do eixo condutor, determinar quais são as rodas condutoras e quais as conduzidas.
- 3- As rodas condutoras podem ser colocadas em qualquer posição sempre que mantenham sua condição de condutoras (ver definição). O mesmo é válido para as conduzidas.
- 4- As rodas intermediárias ou parasitas não modificam a *relação de transmissão*, mas sim modificam o sentido de rotação final.
- 5- O sentido de rotação do eixo conduzido será igual ao sentido de rotação do eixo condutor se o número de eixos do trem de engrenagens for ímpar. Será contrário se o total de eixos for um número par.

Aplicações do trem de engrenagens.

O trem de engrenagens é um mecanismo básico para obter qualquer *relação de transmissão*; utiliza-se com muita frequência nas máquinas ferramentas, torno e fresadora.

No torno, principalmente para roscar.

Na fresadora para tornar possível a divisão diferencial, para fazer divisões lineares, para fazer fresagem de trajetória circular, helicoidal e espiral. Os cálculos para a aplicação do trem de engrenagens, em cada um desses casos, são tratados como temas independentes.

Este divisor é um mecanismo que se liga com o parafuso de acionamento longitudinal da mesa da fresadora. Mediante, este mecanismo se pode fazer divisões em uma peça, no sentido do deslocamento da mesa, em forma muito mais cômoda e precisa do que recorrendo ao anel graduado do respectivo parafuso. Utiliza-se especialmente para a usinagem de cremalheiras.

TIPOS DE DIVISORES LINEARES.

As formas em que se apresenta este mecanismo são muito variadas, dependendo do tipo de fresadora e do projeto do fabricante. A seguir se indicam alguns dos tipos mais usados.

TREM DE ENGRENAGENS, COMO DIVISOR LINEAR.

Consiste em um trem de engrenagens, disposto em um suporte de engrenagens, localizado na extremidade da mesa, cuja última roda dentada está presa com o fuso da mesa (fig. 1). O giro se efetua com uma manivela (N) acoplada ao eixo condutor. Para controlar o giro se dispõe de um disco (D) geralmente com quatro ranhuras na sua periferia, e um pino retrátil (R) cujo suporte está fixo ao suporte de engrenagens.

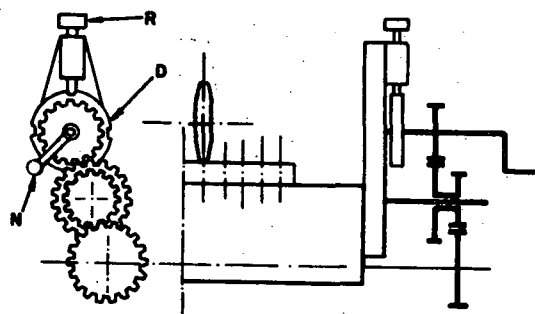


Fig. 1

Para determinar o trem de engrenagens que vai ser usado como divisor linear, se emprega a seguinte fórmula:

$$\frac{P}{p} = \frac{z}{Z},$$

na qual:

P = passo das divisões que se quer fazer

p = passo do fuso da mesa

z = roda condutora

Z = roda conduzida

O cálculo do número de rodas dentadas do trem de engrenagens, como a quantidade de dentes de cada uma, se efetua da mesma maneira que para calcular um trem de engrenagens qualquer.

Desta forma, com uma volta completa da manivela se consegue fazer uma divisão.

No caso das cremalheiras, como cada divisão corresponde ao passo entre dentes, temos que ter presente algumas considerações:

- O passo P é igual ao módulo M do dente multiplicado por π ($P = M \cdot \pi$).
- Para o cálculo, o valor de π pode ser substituído pela fração: $\frac{22}{7}$ sem que isto afete muito a precisão da divisão.
- Uma forma de simplificar os cálculos, para fresar cremalheiras com passos diferentes, é determinar um trem de engrenagens para fazer cremalheiras de módulo $M = 1$ e utilizar o mesmo trem para cremalheiras de qualquer módulo, porém com a condição de ter que dar, na manivela, tantas voltas como unidades representa o módulo que se deseja usinar. Por exemplo, para o módulo, $M = 2,5$ se deve dar duas voltas e meia na manivela para cada divisão.

DISCO DE FUROS, COMO DIVISOR LINEAR (fig. 2)

Esta é uma forma bastante simples para fazer divisões lineares. É montado e fixado no fuso da mesa, um disco de furos (D), no qual se ajusta a ponta do pino retrátil (R) na manivela (N) e gira em forma solidária com o fuso da mesa. Para imobilizar o disco e o fuso se usa um suporte (L) fixo na face da mesa.

A fórmula utilizada para o cálculo é:

$$\frac{p}{P} = \frac{a}{c}$$

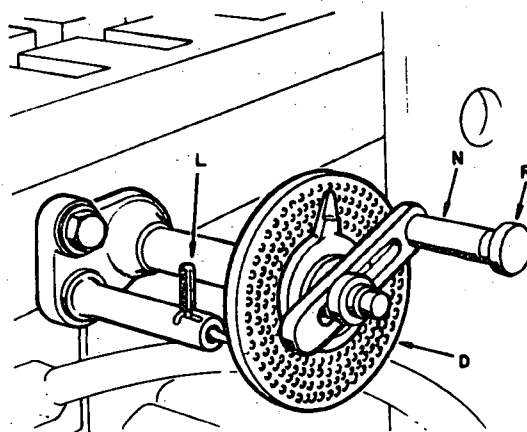


Fig. 2

onde: p = passo das divisões a fazer

P = passo do fuso da mesa

a = número de furos que se deve girar a manivela

c = número de furos da circunferência escolhida

A circunferência dos furos é escolhida de acordo com o passo "P" do fuso da mesa.

Os discos de furos para estes efeitos, são fabricados com círculos precisos para conseguir o passo correspondente a todos os módulos normais.

REDUTOR DE ENGRENAGENS E DISCO, COMO DIVISOR LINEAR (fig. 3).

Este mecanismo consta de uma redução de engrenagens (E), um disco (D) com um círculo de 100 furos e uma manivela (N) com seu correspondente pino retrátil (R).

Para seu funcionamento, se acopla a redução ao fuso da mesa. Esta redução é tal que ao fazer girar a manivela numa volta completa, a mesa avança 1mm. Donde se deduz que a cada furo que se percorre, a mesa avançará $\frac{1}{100}$ de volta, o que é igual a 0,01mm.

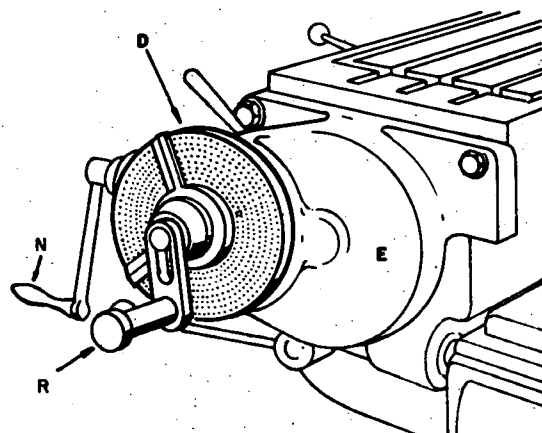


Fig. 3

Para fazer as divisões, praticamente não se necessita de cálculos. Assim, para fazer uma cremalheira de módulo $M = 1$, como o passo é $p = 3,14$, basta dar tres voltas completas na manivela e percorrer quatorze furos.

CONCLUSÃO.

Assim como estes mecanismos, existem outros que com maior ou menor precisão são empregados para fazer divisões lineares, por exemplo, o próprio divisor universal, o qual ainda que variando em seu funcionamento e forma, sempre deve ir acoplado ao fuso da mesa para ser possível a divisão linear.

É um acessório da fresadora que se monta no suporte, à semelhança do cabeçote universal, e serve para fresar cremalheiras. É de ferro fundido e geralmente está constituído por dois ou tres corpos encaixados em plataforma giratória que permitem a inclinação do eixo (fig. 1).

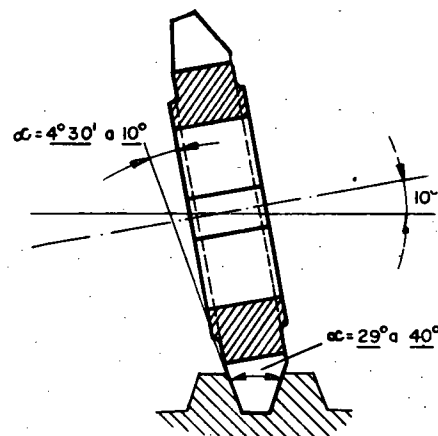


Fig. 1

A vantagem de utilizar este aparelho é poder usar as fresas comuns para fresagem dos dentes de engrenagem, quando não se dispõe de fresas especiais de diâmetros maiores ou assimétricos (figura 2).

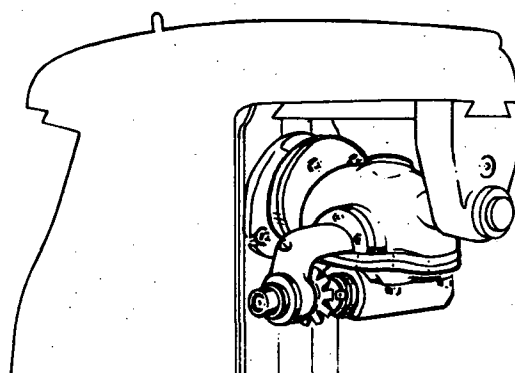


Fig. 2

FUNCIONAMENTO

O movimento giratório de seu eixo é transmitido pelo eixo principal através do eixo intermediário e o mecanismo interno do aparelho.

TIPOS

Existem aparelhos para fresagem de cremalheiras que montam-se no lugar do terceiro corpo do cabeçote universal (figura 3).

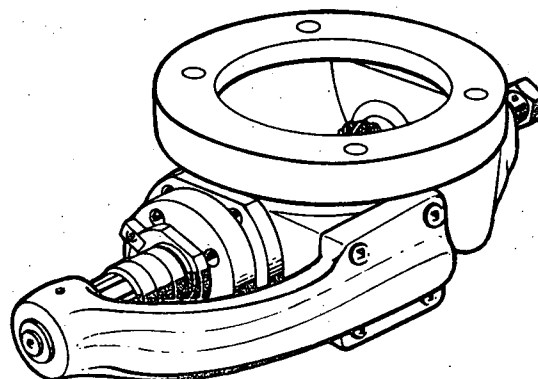
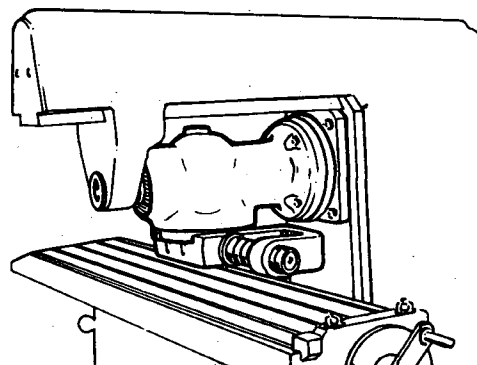
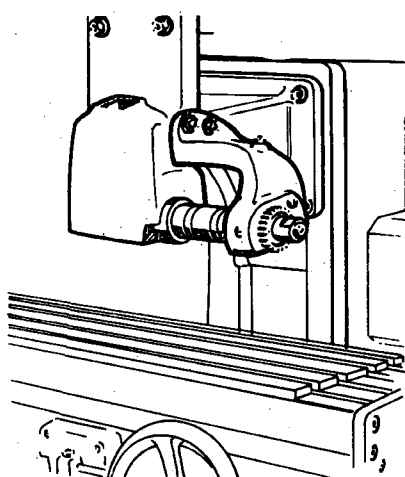


Fig. 3

Outro tipo dispõe de uma sô mesa que permite a inclinação do seu eixo no plano horizontal (fig. 4); em alguns casos, são também utilizados em outras operações.

O aparelho mais simples mostra-se na figura 5, o qual é fixo e não tem possibilidade de inclinação.


Fig. 4

Fig. 5

CONDIÇÕES DE USO

Estes aparelhos para que estejam em boas condições de uso é necessário que estejam ajustados, que tenham rolamentos em perfeito estado, seus cones e faces de apoio sem rebarbas e mossas.

CONSERVAÇÃO

Para mantê-lo em bom estado de conservação é necessário:

- lubrificá-lo periodicamente com óleo ou graxa adequados e recomendados pelo fabricante;
- limpar os cones e faces de apoio antes de montá-lo na fresadora;
- depois de utilizado, limpá-lo e protegê-lo da corrosão com uma película de óleo;
- guardá-lo em lugar apropriado, livre de pó e umidade.

É o método que permite fazer através do cabeçote divisor, as divisões que não podem efetuar-se por meio da divisão indireta. Estas divisões são obtidas, através de uma relação de transmissão originada pelas rodas dentadas montadas entre o eixo principal do cabeçote divisor e o eixo secundário, o qual move as engrenagens cônicas que deslocam o disco divisor (fig. 1).

MECANISMOS.

O esquema (fig. 1) indica cada uma das partes que intervêm no conjunto, para tornar possível este sistema de divisão e permitir unir o eixo principal "C" com o disco divisor mediante as rodas escolhidas a, b, c, d.

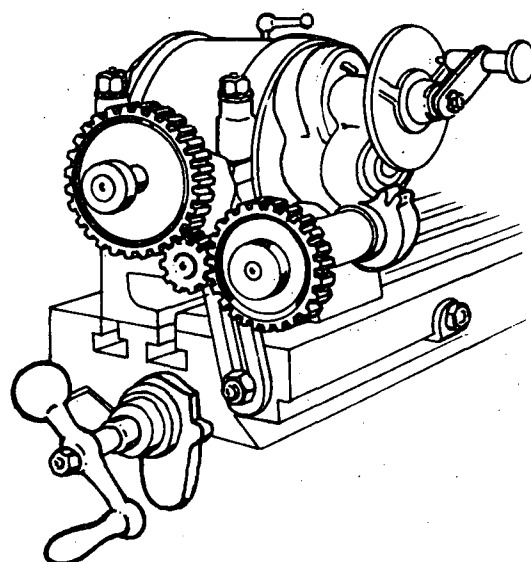


Fig. 1

FUNCIONAMENTO.

Faz-se girar a manivela (F) do divisor (H) desarticulando o pino (I) e o fixador (G) dos furos do disco; o movimento que se origina no eixo principal que suporta a peça, arrasta também em movimento o disco divisor pelo movimento que imprime o trem de engrenagens.

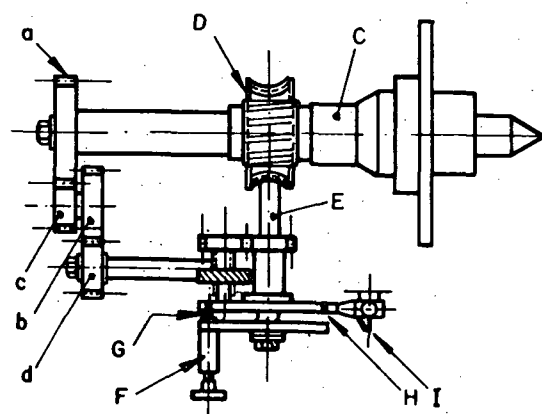


Fig. 2

CÁLCULO.

Para a aplicação deste método de divisão se distinguem dois passos essenciais:

- 1- para as operações de cálculo, a seleção do número de divisões é aproximado, maior ou menor e deve ser controlado pelas circunferências disponíveis no disco divisor;
- 2- para a montagem do trem de engrenagens deve-se ter em conta o sentido de giro previsto para o disco.



1º passo - Giro aparente da manivela.

Procede-se a seleção do disco divisor e a disposição do sistema de regulação atuando como se fez para a divisão indireta.

$$\text{quer dizer, } F = \frac{K}{A}$$

Designação.

K = Constante do divisor

A = Nº selecionado de divisões

F = Deslocamento da manivela

Z = Roda do fuso

z = Roda do eixo secundário

N = Nº de divisões a serem obtidas

2º passo - Cálculo das engrenagens para montar $\frac{Z}{z}$

CASO I - CÁLULO DAS ENGRENAGENS (número maior)

Opera-se com a fórmula seguinte:

$$\frac{Z}{z} = (A - N) \frac{K}{A}$$

Exemplo:

$$N = 271; K = 40; A = 280$$

Desenvolvimento:

1º passo - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{280} = \frac{1}{7} \times \frac{9}{9} = \frac{9}{63}$$

$$F = \frac{9}{63}$$

2º passo - Cálculo de $\frac{Z}{z}$

$$\frac{Z}{z} = (A - N) \frac{K}{A} = (280 - 271) \frac{9}{63} = \frac{9}{1} \times \frac{9}{63} =$$

$$= \frac{9}{7} \times \frac{8}{8} = \frac{72}{56}$$

$$\frac{Z}{z} = \frac{72 \text{ (Roda do eixo principal)}}{56 \text{ (Roda do eixo secundário)}}$$

A disposição das engrenagens $\frac{Z}{z}$ deve ser complementada com as rodas intermediárias necessárias para atender a seguinte regra:

quando o número de divisões aproximado "A" for maior que o número de divisões requerido "N", o disco e a manivela giram no mesmo sentido (fig. 3).

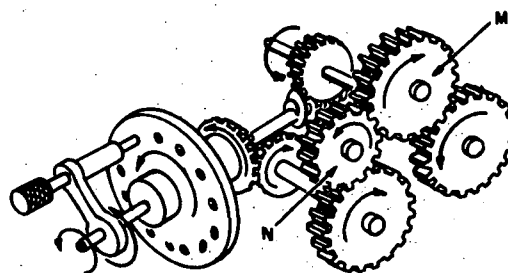


Fig. 3

CASO II - CÁLCULO DAS ENGRENAGENS (número menor)

Calcula-se com a seguinte fórmula

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A}$$

Exemplo:

$$N = 63; K = 40; A = 60$$

1º passo - Cálculo de F

$$F = \frac{K}{A} = \frac{40}{60} \quad F = \frac{40}{60}$$

2º passo - Cálculo de $\frac{Z}{z}$

$$\frac{Z}{z} = (N - A) \frac{K}{A} = (63 - 60) \frac{40}{60}$$

$$\frac{3}{1} \times \frac{40}{60} = \frac{120}{60} = \frac{60}{30}$$

$$\frac{Z}{z} = \frac{60 \text{ (Roda do eixo principal)}}{30 \text{ (Roda do eixo secundário)}}$$

A disposição das engrenagens $\frac{Z}{z}$ deve ser complementada com rodas intermediárias para atender à seguinte regra:

Quando o número de divisões aproximado "A" é menor que o número de divisões requerido "N", o disco de furos e a manivela giram em sentido contrário (fig. 4).

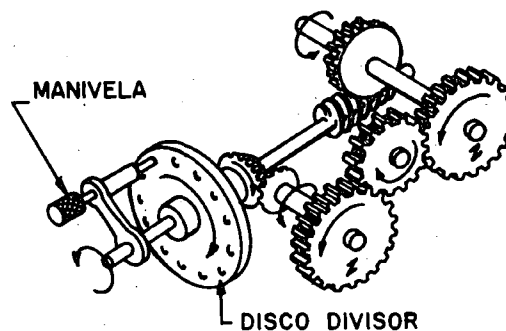


Fig. 4



A hêlice é a curva que se obtém enrolando uma linha (ℓ) sobre a superfície de um cilindro reto tal como se fosse um fio; de maneira tal que forme um ângulo constante com as geratrizes do cilindro (fig. 1). Nas peças mecânicas tem-se muitas aplicações desta curva, por exemplo, nos filetes de roscas, de dentes de engrenagens e ranhuras para lubrificação.

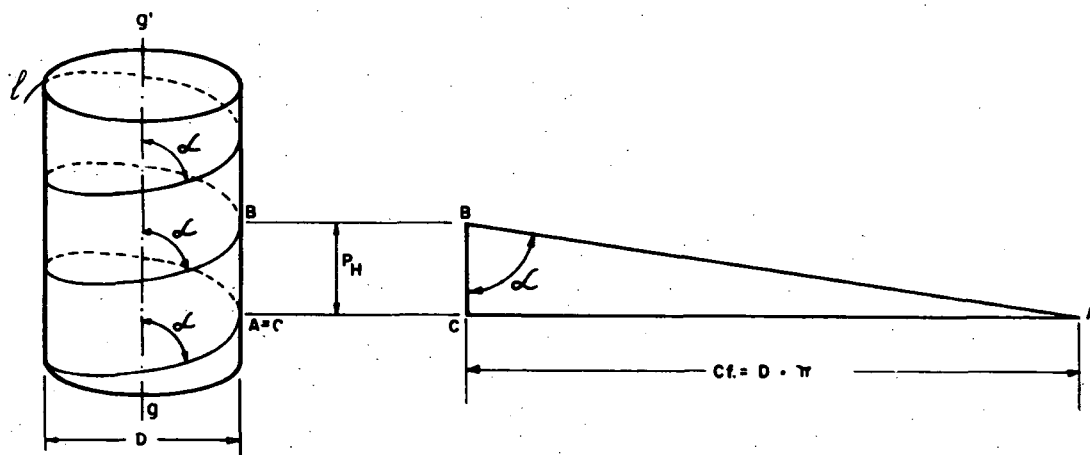


Fig. 1

CARACTERÍSTICAS (fig. 1)

Uma hêlice pode ser caracterizada pelos valores que tomam os seguintes elementos que a definem:

O passo.

É o comprimento de um segmento da geratriz do cilindro como o segmento \overline{AB} , determinado por duas intersecções consecutivas com a hêlice.

A espira.

É o conjunto do arco da hêlice \widehat{AB} . Tem-se em sua verdadeira grandeza como hipotenusa do triângulo ABC, ao desenvolver a superfície do cilindro.

Ângulo.

É conveniente chamar ângulo da hêlice, ao que é formado com uma geratriz qualquer do cilindro. Esse ângulo pode tomar valores entre 0° e 90° . A 0° seria uma reta que coincide com uma geratriz, e a 90° seria uma circunferência. O ângulo é medido entre uma geratriz e a tangente à hêlice em seu ponto de intersecção com essa geratriz. Pode-se calcular no triângulo ABC, o desenvolvimento, conhecendo (P_H) e o diâmetro (D). Com efeito:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\overline{CA}}{\overline{BC}} = \frac{C_f}{P_H} = \frac{\pi \cdot D}{P_H}$$

Sentido.

Uma hélice é direita ou positiva, quando colocada uma régua sobre uma geratriz do cilindro tangente à hélice, deve girar no sentido dos ponteiros do relógio. É esquerda ou negativa, quando a régua girar no sentido contrário aos ponteiros do relógio (fig. 2-a e b).

Passo Normal.

Este outro passo da hélice é o comprimento do arco \widehat{CE} (fig. 3) que se tem em sua verdadeira grandeza, no triângulo ABC do desenvolvimento. Esse arco fica definido sobre outra hélice perpendicular à que estamos considerando.

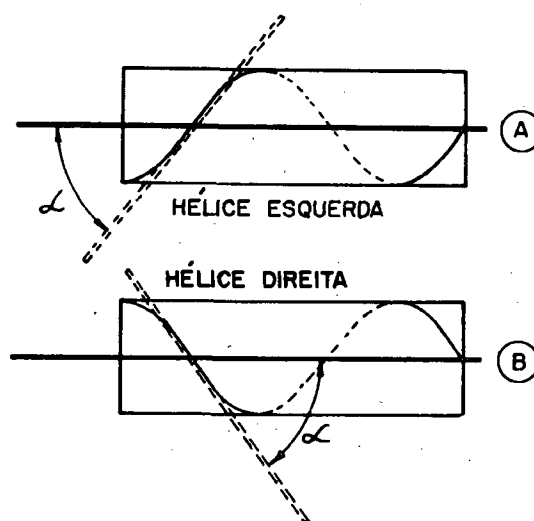


Fig. 2

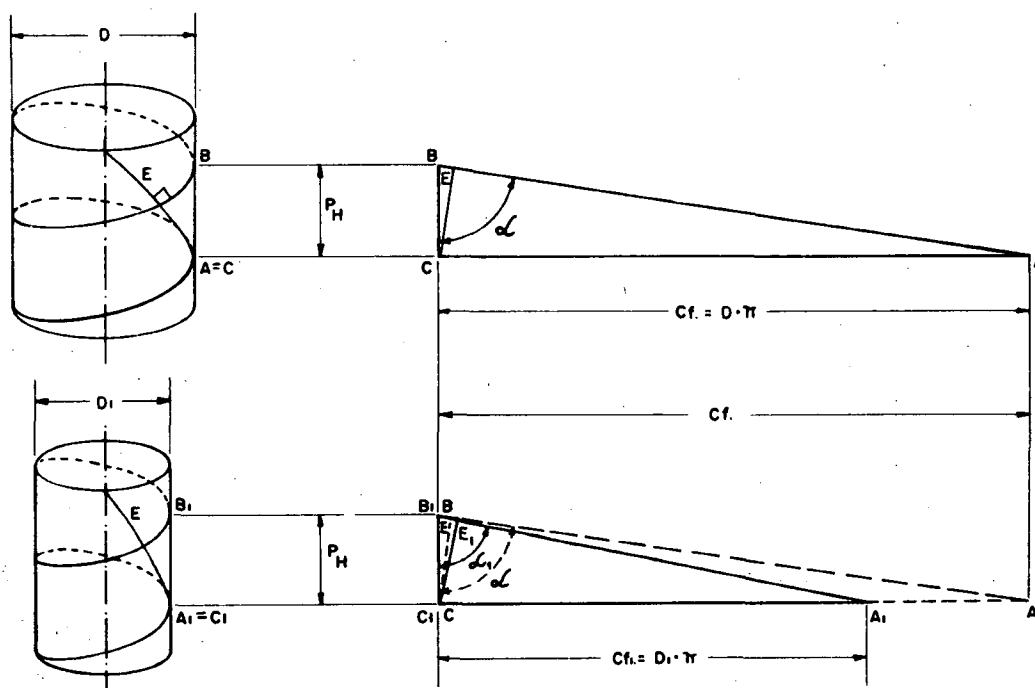


Fig. 3

O cilindro.

É aquele cuja superfície vai se construir a hélice. Duas hélices podem ter passo igual (P_H), mas se estão construídas sobre cilindros de diâmetros diferentes, elas também serão diferentes.

Por exemplo: sobre dois cilindros de diâmetros diferentes D e D_1 , se

constrói uma hélice do mesmo passo em cada um. No desenvolvimento resultam os triângulos (ABC) e (A₁B₁C₁), (fig. 3) que ao serem superpostos deixam evidentes as diferenças, sendo o diâmetro (D) maior que (D₁), D > D₁, teremos:

espira (BA) maior que (B₁A₁) - $\overline{BA} > \overline{B_1A_1}$

ângulo (α) maior que (α₁) - $\alpha > \alpha_1$

passo normal (p) maior que (p₁) - $\overline{CE} > \overline{C_1E_1}$

CONSTRUÇÃO

Uma hélice pode ser construída, marcando o sinal que resulta ao deslocar um ponto (M) sobre a superfície de um cilindro, com direção paralela a seu eixo, quando o cilindro gira (fig. 4).

Entre o giro do cilindro e o deslocamento do ponto (M) deve existir uma relação constante, tal que para cada volta completa do cilindro, o ponto se desloca de um comprimento $\overline{MM_1}$, igual ao passo da hélice a construir (P_H).

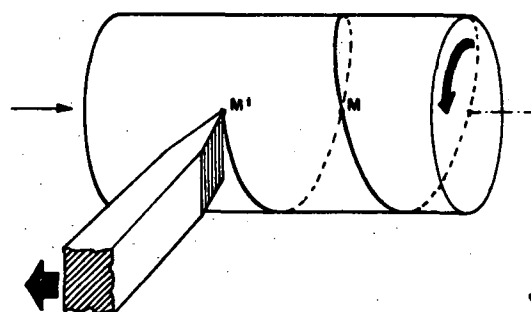


Fig. 4

Assim ocorre exatamente no torno, onde o ponto (M) é a ponta da ferramenta. Em troca, quando se faz rosca manualmente com a tarraxa, cada dente desta executa os dois movimentos, o do giro e o do avanço.

Na fresadora, para construir uma hélice, os dois movimentos são feitos com a peça montada no cabeçote divisor, o que deve dar uma volta completa, quando a mesa com o movimento simultâneo, se desloca a um comprimento igual ao passo da hélice. Para ele deve-se estabelecer uma relação cinemática entre o fuso (P_H) da mesa e o eixo principal do cabeçote divisor. Nessa cadeia intervêm um trem de engrenagem (A-B-C) (fig. 5), que se monta especialmente no suporte de engrenagens e nos próprios mecanismos do cabeçote divisor.

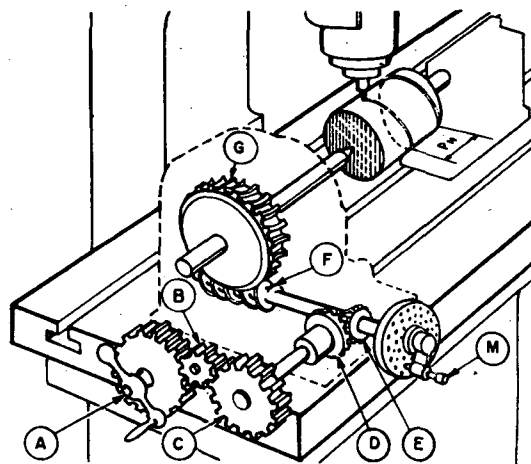


Fig. 5

O movimento se inicia ao girar-se o fuso para deslocar a mesa; a roda (A) montada no fuso é a condutora do trem (A-B-C) com o qual o movimento chega ao eixo secundário do cabeçote divisor. *Esse trem é o que deve ser calculado para cada hélice.*

O desencadeamento que segue é constante, já que pertence ao mecanismo do cabeçote divisor e consta do seguinte:

Uma engrenagem entre as rodas cônicas (D e E) (fig. 5), no extremo do eixo secundário, oposto ao que se encontra a roda (C); o disco para dividir no qual se introduz o pino retrátil da manivela (M) que leva com seu eixo o movimento do sistema do parafuso sem-fim (F) e da coroa (G). Dado que a coroa e a peça estão unidas ao eixo principal do cabeçote divisor, ambas giram simultaneamente.

Cálculo do trem de engrenagens.

O cálculo do trem de engrenagens (ABC) (fig. 5) para construir uma hélice de passo (P_H), se faz tendo presente que para cada volta completa da peça, a mesa deve deslizar um comprimento (P_H) baseada na relação:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A}$$

Z_A = Número de dentes da roda A

N_A = Número de voltas da roda A

Z_C = Número de dentes da roda C

N_C = Número de voltas da roda C

K = Constante do divisor. Geralmente é 40 mas pode ter outro valor.

Para que a peça dê uma volta completa, a manivela deve dar 40 (segundo a constante do divisor) o mesmo que a roda (C), já que entre esta e a manivela o movimento não se modifica. Portanto, podemos escrever $N_C = K$, em todos os casos. A roda (A) ao estar montada sobre o fuso da mesa que deve deslocar-se (P_H), então o fuso e a roda (A) devem dar:

$$N_A = \frac{P_H}{p} \text{ voltas.}$$

P_H = passo da hélice a construir

p = passo do fuso da mesa

Por exemplo, se $p = 5$ mm e $P_H = 80$ mm, o fuso ao deslocar-se (P_H) deve dar

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{80}{5} = 16 \text{ voltas}$$



Para $p = 5$ e $P_H = 133 \text{ mm}$:

$$N_A = \frac{P_H}{p} = \frac{133}{5} \text{ voltas}$$

Então, podemos escrever:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40}{\frac{P_H}{p}} = \frac{40p}{P_H}$$

(Se a constante do divisor fosse outra, se colocaria no lugar de 40).

Exemplo:

Calcular o número de dentes da roda condutora (A) e o da conduzida (C), do trem de engrenagens, para construir uma hélice de $P_H = 150 \text{ mm}$, em uma fresadora que tem um passo $p = 6 \text{ mm}$, no fuso da mesa.

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{40 p}{P_H} = \frac{40 \times 6}{150} = \frac{8}{5} = \frac{32}{20} = \frac{48}{30} = \frac{72}{40} = \frac{96}{60}$$

De acordo com as rodas disponíveis se toma a mais conveniente entre as frações equivalentes encontradas.

A roda intermediária ou intermediárias como a (B) (fig. 5) pode ser de qualquer número de dentes, de acordo com as necessidades para montar o trem e do sentido de rotação que deve ter a peça.

Para passos de hélices pequenos ($P_H < 15 \text{ mm}$), a fim de facilitar o cálculo do trem de engrenagens, a roda conduzida (C) monta-se no prolongamento do fuso do cabeçote divisor. Dessa maneira se elimina a relação de 1 a 40 do parafuso sem-fim, e o cálculo resulta assim:

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{1}{\frac{P_H}{p}} = \frac{p}{P_H}$$

É uma engrenagem cilíndrica em que os dentes estão orientados seguindo uma trajetória helicoidal (fig. 1). Utiliza-se como órgão de transmissão de movimento entre eixos paralelos e entre eixos que se cruzam formando qualquer ângulo entre si. (fig. 1).

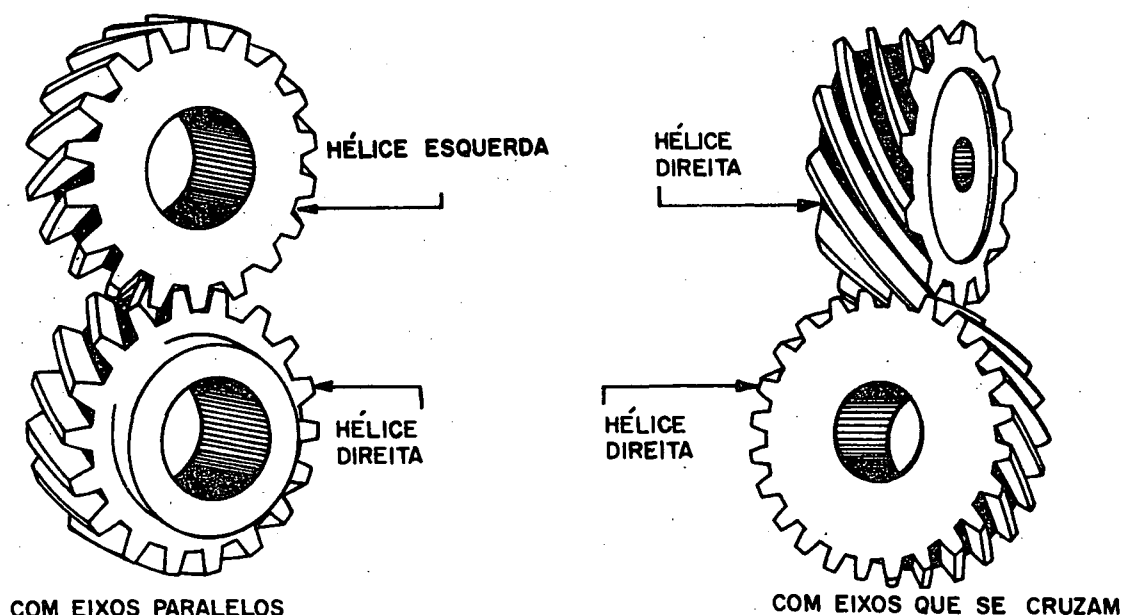


Fig. 1

CASOS DE EIXOS PARALELOS

Quando se deseja transmitir movimentos de grandes esforços e altas velocidades, de maneira uniforme e silenciosa, em uma relação de transmissão de muita precisão, entre eixos paralelos, as engrenagens helicoidais substituem com vantagens às de dentes retos.

Nestes casos, os dentes de cada roda deve ser de igual inclinação, porém de sentido contrário, isto é, uma roda de hélice esquerda e outra de hélice direita.

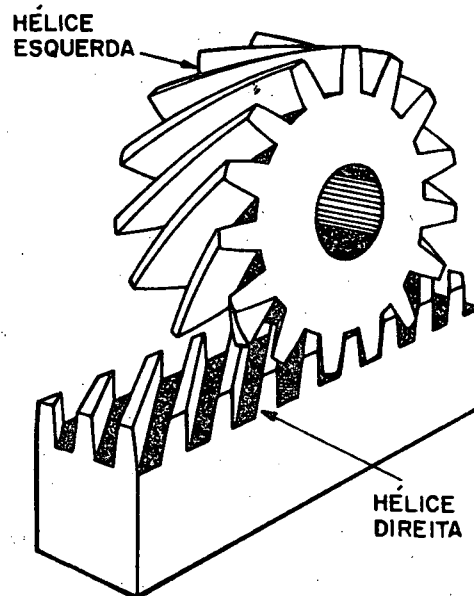


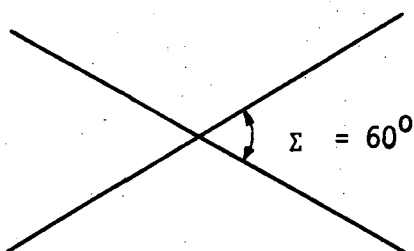
Fig. 2

CREMALHEIRAS HELICOIDAIS

No caso das engrenagens helicoidais, a cremalheira tem seus dentes, inclinados no mesmo ângulo (fig. 2) que os dentes do pinhão, porém com sentido oposto.

CASO DOS EIXOS QUE SE CRUZAM

Ainda que estas engrenagens são utilizadas em alguns casos para transmissão entre eixos paralelos, sua característica mais importante é a de permitir as transmissões de movimentos entre eixos que se cruzam, e nesta disposição dos eixos, o caso mais generalizado é entre eixos que se cruzam a um ângulo de 90° . Nestes casos os ângulos de inclinação dos dentes das rodas são complementares entre si, e para obter melhor transmissão convém fazer os dentes de ambas as rodas, inclinados a 45° e no mesmo sentido. Geralmente deve ter-se em conta, como condição necessária, os dados da seguinte tabela:



$$\Sigma = \text{Ângulo dos eixos} = 60^\circ$$

$$\alpha_1 = \text{Ângulo da hélice da roda A}$$

$$\alpha_2 = \text{Ângulo da hélice da roda B}$$

| Soluções possíveis | | Sentido das hélices | Ângulo dos eixos |
|---------------------|---------------------|---|---|
| $\alpha = 30^\circ$ | $\alpha = 30^\circ$ | Iguais, as duas direitas, as duas esquerdas | $\Sigma = 30^\circ + 30^\circ = 60^\circ$ |
| $\alpha = 40^\circ$ | $\alpha = 20^\circ$ | Iguais, as duas direitas, as duas esquerdas | $\Sigma = 40^\circ + 20^\circ = 60^\circ$ |
| $\alpha = 70^\circ$ | $\alpha = 10^\circ$ | Contrárias uma direita e outra esquerda | $\Sigma = 70^\circ - 10^\circ = 60^\circ$ |
| $\alpha = 20^\circ$ | $\alpha = 80^\circ$ | Contrárias uma direita e outra esquerda | $\Sigma = 80^\circ - 20^\circ = 60^\circ$ |

Relação de transmissão.

É igual como nas engrenagens de dentes retos, o número de rotações das rodas helicoidais acopladas estão na razão inversa de seus números de dentes respectivos.

NOMENCLATURA

Nas engrenagens helicoidais, se destacam, além dos elementos já considerados nas engrenagens de dentes retos, outros cujos valores estão em função do ângulo de inclinação da hêlice que forma o dente. A seguir estudaremos esses novos elementos.

Passo aparente ou circunferencial (P_c)

É o passo dos dentes da roda que se mede na circunferência primitiva na seção perpendicular ao eixo da engrenagem (fig. 3). O módulo que corresponde a este passo se chama também *módulo aparente ou circunferencial*.

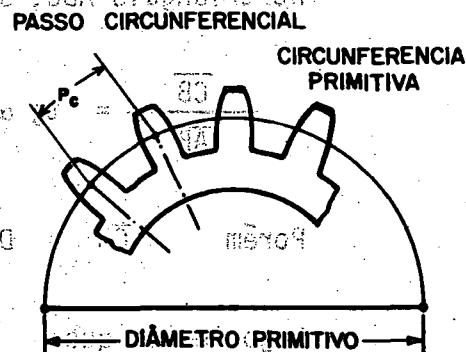


Fig. 3

Passo normal.

Nestas engrenagens, é o passo dos dentes, medido em uma seção perpendicular à hêlice dos dentes. Seu valor fica sendo

$$P = M \cdot \pi$$

Devido à inclinação dos dentes, tem com o passo aparente a relação

$$\frac{P}{P_c} = \cos \alpha$$

$$P_c = \frac{P}{\cos \alpha}$$

O módulo que corresponde a este passo normal é o *módulo normal*.

Passo da hêlice.

Uma roda com dentes helicoidais pode ser considerada como um parafuso de tantas entradas quantos dentes tiver a roda. Segundo este critério, o passo da hêlice de um dente, vem indicado pela distância, em linha reta, entre dois pontos correspondentes no mesmo dente, medida sobre uma geratriz tangente à circunferência primitiva. Porém, na prática esta medida não se toma diretamente na roda, senão que se deduz no triângulo ABC do desenvolvimento (fig. 4).

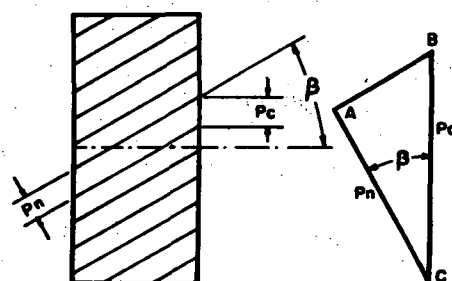


Fig. 4



$$C_p = D_p \cdot \pi$$

$$C_p = Z \cdot P_c$$

logo tem-se que: $D_p \cdot \pi = Z \cdot P_c$

donde:
$$D_p = \frac{Z \cdot P_c}{\pi}$$

No triângulo ABC, se deduz que:

$$\frac{\overline{CB}}{\overline{AB}} = \operatorname{tg} \alpha \quad \text{donde:} \quad \overline{AB} = \frac{\overline{CB}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

Porém $\overline{CB} = D_p \cdot \pi$ e $\overline{AB} = P$

Logo tem-se que:
$$P_H = \frac{D_p \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = D_p \cdot \pi \cdot \operatorname{Cotg} \beta$$

O ângulo da hélice que se considera é o correspondente à circunferência primitiva.

Diâmetro externo e interno.

O diâmetro externo nas rodas helicoidais, calcula-se da mesma forma que nas engrenagens retas; somando-se o diâmetro primitivo, duas vezes a altura da cabeça do dente, o qual fica expresso pela seguinte fórmula:

$$D_e = D_p + 2 a$$

Porém $a = M$; logo tem-se que: $D_e = D_p + 2 M$

Para o diâmetro interno tem-se:

$$D_i = D_p - 2 b$$

porém $b = 1,25 M$ para $\psi = 20^\circ$

$$b = 1,17 M \quad \text{para} \quad \psi = 14^\circ 30'$$

logo ter-se-á:

$$D_i = D_p - 2 \times 1,25 M = D_p - 2,50 M$$



ou
$$D_i = D_p - 2 \times 1,17 M = D_p - 2,34 M$$

A fresagem dos dentes de uma engrenagem helicoidal, é feita com a fresa de módulo normal, correspondente a uma engrenagem de dentes retos, com um número de dentes Z deduzido da seguinte fórmula:

$$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$$

Donde Z_f = número imaginário de dentes

Z = número de dentes da roda helicoidal

α = ângulo de inclinação da hélice

Por exemplo:

Se a engrenagem helicoidal que se vai construir tem 30 dentes.

$(Z = 30)$; módulo $M = 2$ e $\alpha = 20^\circ$

Ter-se-á:
$$Z_f = \frac{Z}{\cos^3 \alpha} = \frac{30}{\cos^3 20^\circ} = \frac{30}{(0,9)^3}$$

$$Z_f = \frac{30}{0,729} = 41$$

o que nos indica que devemos utilizar uma fresa para uma roda de 41 dentes.

TABELA DE SÍMBOLOS E FÓRMULAS PARA AS ENGRENAGENS HELICOIDAIS

| SÍMBOLOS | FÓRMULAS |
|-------------------------------|---|
| P_c = passo circunferencial | $P_c = \frac{P_n}{\cos \alpha} = \frac{M \cdot \pi}{\cos \alpha}$ |
| P_n = passo normal | $P_n = P_c \cdot \cos \alpha = M \cdot \pi$ |
| M = módulo normal | $M = \frac{P_n}{\pi}$ |



| SÍMBOLOS | FÓRMULAS |
|---|---|
| Mc = módulo aparente ou circunferencial | $Mc = \frac{M}{\cos \alpha}$ |
| Cp = circunferência primitiva | $Cp = Dp \cdot \pi = Z \cdot Pc$ |
| Dp = diâmetro primitivo | $Dp = \frac{Cp}{\pi} = \frac{Z \cdot Pc}{\pi}$ |
| De = diâmetro externo | $De = Dp + 2a = Dp + 2M$ |
| Di = diâmetro interno | $Di = Dp - 2b = Dp - 2,50M \text{ (Para } \psi=20^{\circ}\text{)}$ |
| | $Di = Dp - 2,34M \text{ (Para } \psi=14^{\circ}30' \text{ ou } 15^{\circ}\text{)}$ |
| Z = número de dentes | $Z = \frac{Dp \cdot \pi}{Pc}$ |
| Z _r = número imaginário de dentes | $Z_r = \frac{Z}{\cos^3 \alpha}$ |
| a = altura da cabeça do dente | $a = M = \frac{Pn}{\pi}$ |
| b = altura do pé do dente | $b = 1,25M \text{ para } \psi = 20^{\circ}$ |
| | $b = 1,17M \text{ para } \psi = 14^{\circ}30'$ |
| α = ângulo de inclinação da hélice | |
| Σ = ângulo formado pelos eixos das rodas | |
| Pn = passo da hélice | $Pn = \frac{Dp \cdot \pi}{\operatorname{tg} \alpha} = Dp \cdot \pi \operatorname{Cotg} \beta$ |
| h = altura do dente | $h = a + b = M + 1,25M = 2,25M$ |
| | $h = a + b = M + 1,17M = 2,17M$ |

Este sistema de engrenagens, permite a transmissão do movimento de rotação entre eixos cujas direções se cruzam.

Nesta transmissão se verifica também, a propriedade de manter constante a relação entre os números de voltas dos eixos.

TIPOS

Segundo a forma de seus corpos.

Estes, geralmente, têm a forma de troncos de cone, com ângulos que variam, segundo a posição dos eixos (fig. 1).

Em alguns casos, uma das rodas tem os dentes sobre a superfície plana, e se constitui no que fora a cremalheira para as engrenagens cilíndricas (figura 2).

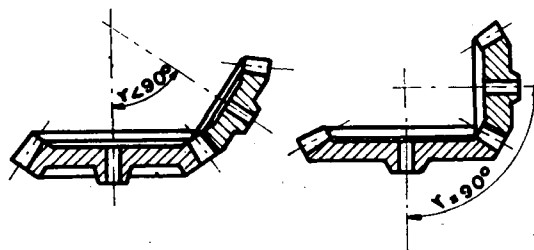


Fig. 1

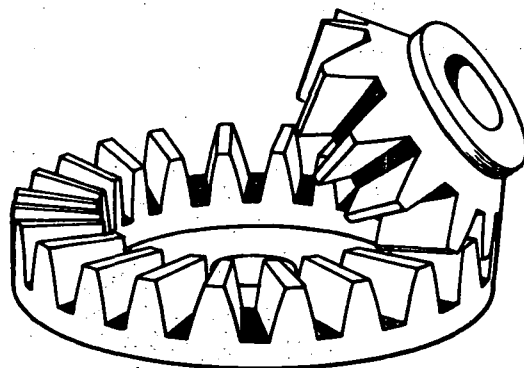


Fig. 2

Outro caso especial é constituído por um par de engrenagens interno (figura 3).

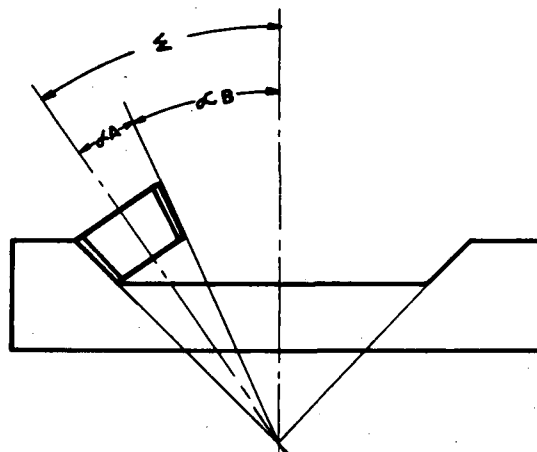


Fig. 3

Segundo a forma de seus dentes.

Podem ser de dentes retos que convergem para o vértice do cone como o das figs. 1 e 2, ou podem ser de dentes curvos, nas quais os dentes não convergem para o vértice, e têm formas de curvas (hêlices, espirais ou arcos de circunferência) (fig. 4).

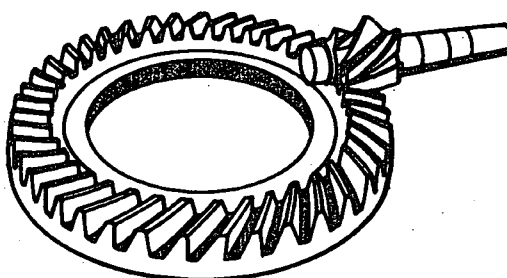


Fig. 4

CARACTERÍSTICAS DAS RODAS COM DENTES RETOS (fig. 5)

Nas rodas cilíndricas, todas as seções perpendiculares ao eixo são iguais, e em qualquer delas tem-se os elementos que caracterizam a roda. Nas cônicas, por outro lado, todas as seções são diferentes e assim diminuem ao aproximar-se do vértice.

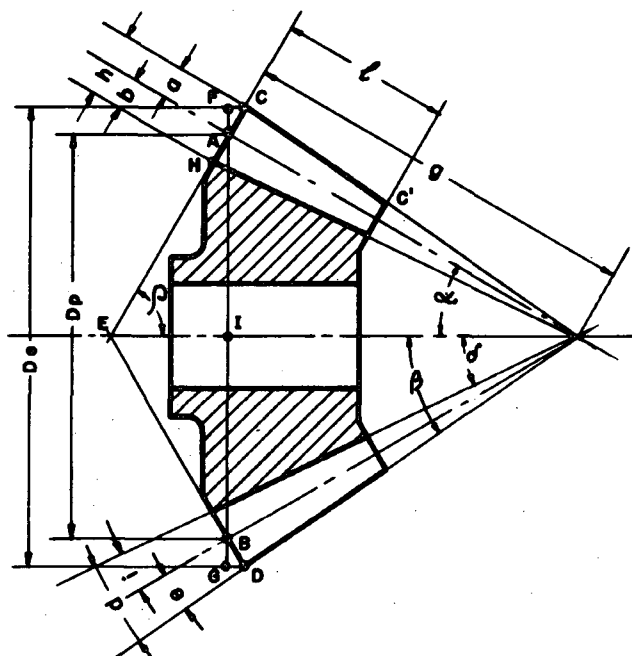


Fig. 5

Numa roda dentada cônica consideram-se as seguintes características das já vistas:

Cone externo.

É a superfície do aro em que se constroem os dentes. As cristas dos dentes fazem parte dessa superfície. O ângulo que forma uma de suas geratrizes com o eixo chama-se ângulo externo (β).



Cone interno.

É o cone que passa pelo fundo das ranhuras e que resultaria se tirássemos os dentes. O ângulo de sua geratriz com o eixo chama-se ângulo interno (δ).

Cone primitivo.

É um cone teórico que está determinado pelas circunferências primitivas de todas as seções. Seria o que deveria ter cada roda cônica, se não tivesse dentes, para manter a mesma relação na transmissão.

O ângulo que forma sua geratriz com o eixo, é o ângulo primitivo (α).

Cones complementares.

São superfícies cônicas que limitam a roda. Suas geratrizes são perpendiculares as do cone primitivo.

Seu ângulo com o eixo se chama ângulo complementar (ρ).

Ângulo da cabeça do dente (\hat{e}).

É o formado pelas geratrizes do cone externo e as do cone primitivo em uma mesma seção que contenha o eixo da roda.

Ângulo do pé do dente (\hat{i}).

É o formado pelas geratrizes do cone primitivo e do cone interno.

Ângulo do dente (\hat{a}).

É o formado pelas geratrizes do cone externo e do cone interno.

Ângulo dos eixos (Σ).

É o ângulo formado pelos eixos que se relacionam com o par de rodas. Seu valor é a soma dos ângulos primitivos das rodas.

No caso da engrenagem interna, seu valor é a diferença dos ângulos primitivos das rodas (fig. 3).

FÓRMULAS E CÁLCULOS

Devido a que em cada seção da roda para engrenagem cônica, tem-se um módulo diferente, convencionou-se que quando se fala de um diâmetro, do passo ou do módulo da roda, sem especificar mais nada, se referem aos da seção maior (fig. 5).

Nessa seção o diâmetro primitivo $D_p = AB$ é o que corresponde à seção do co

ne primitivo como se fosse para engrenagem cilíndrica reta ou seja

$$AB = D_p = M \cdot Z$$

De outra forma para se conseguir um bom engrenamento, no que concerne aos dentes, estuda-se sobre o cone complementar, perpendicular ao primitivo. Disto resultaria que os dentes estariam em sua verdadeira grandeza na circunferência de raio (CE) fig. 5. Nela

$$CH = h = a + b$$

$$CA = a = M$$

$$HA = b = (1,25 M \text{ ou } 1,17 M, \text{ segundo o ângulo de pressão } \psi)$$

O diâmetro externo será então: $De = FG = CD = AB + FA + GB$

sendo $FA = GB = AC \cdot \cos \alpha = M \cdot \cos \alpha$

$$De = D_p + 2 \cdot M \cdot \cos \alpha$$

ou $De = M (Z + 2 \cos \alpha)$

O ângulo complementar (ρ), calcula-se no triângulo retângulo (EAV), já que sendo reto o ângulo em A, deve ser $\alpha + \rho = 90^\circ$

logo

$$\rho = 90^\circ - \alpha$$

A geratriz (g = CV) no triângulo retângulo (AIV), conhecendo o (D_p) é:

$$g = \frac{AI}{\sin \alpha} = \frac{\frac{D_p}{2}}{\sin \alpha} = \frac{M \cdot Z}{2 \cdot \sin \alpha}$$

Comprimento do dente ($\ell = CC'$) de acordo com o normalizado é aproximadamente

$$\ell = \frac{g}{3} = \frac{M \cdot Z}{6 \cdot \sin \alpha}$$



Ângulo externo (β), é o que se utiliza no torno para preparar a roda, na qual serão construídos os dentes. Calcula-se somando ao cone primitivo (α), o ângulo da cabeça do dente (\hat{e}).

$$\beta = \alpha + \hat{e}$$

Ângulo interno (δ), é o que se marca no cabeçote divisor para fresar os dentes. Calcula-se pela diferença entre o ângulo primitivo e o ângulo do pé do dente:

$$\delta = \alpha - \hat{i}$$

Ângulo da cabeça do dente (\hat{e}), calcula-se no triângulo retângulo CAV, no qual

$$\operatorname{tg} \hat{e} = \frac{\overline{AC}}{\overline{AV}} = \frac{M}{g}$$

Ângulo do pé do dente (\hat{i}), calcula-se no triângulo retângulo HAV, no qual

$$\operatorname{tg} \hat{i} = \frac{AH}{g} ; \quad \operatorname{tg} \hat{i} = \frac{1,25 M}{g} \quad \text{quando } \psi = 20^\circ$$

$$\operatorname{tg} \hat{i} = \frac{1,17 M}{g} \quad \text{quando } \psi = 14^\circ 30'$$

ESCOLHA DA FRESA.

Já dissemos que os dentes são estudados no cone complementar. Procede-se como se fossem uma engrenagem cilíndrica de diâmetro primitivo $D_f = 2 AE$, ao qual corresponde um número de dentes, que chamaremos imaginário e designado (Z_f)

$$\text{sendo} \quad D_f = \frac{D_p}{\cos \alpha} \quad \text{e} \quad Z_f = \frac{Z}{\cos \alpha}$$

Para esse número (Z_f) escolhe-se a fresa módulo.

MÓDULO DA SEÇÃO MENOR

Quando os dentes são construídos na fresadora universal, primeiro faz-se uma ranhura com a fresa de módulo correspondente à seção menor. Esse módulo (M_1) é aproximadamente dois terços do módulo da seção maior.



Por exemplo:

$$\text{se } M = 3, \quad \text{e } M_1 = \frac{2}{3} \quad M = \frac{2}{3} \times 3 = 2$$

Deve-se isso a que o diâmetro da seção menor é dois terços da seção maior:

$$d_p = \frac{2}{3} D_p$$

Exemplo:

Calcular a roda dentada para uma engrenagem cônica, que deve ter um ângulo primitivo $\alpha = 30^\circ$, um número de dentes $Z = 20$, com módulo $M = 2$. O ângulo de pressão é $\psi = 20^\circ$.

Para preparar o corpo:

$$D_e = M (Z + 2 \cos \alpha) = 2 (20 + 2 \cos 30^\circ)$$

$$D_e = 40 + 4 \times 0,866 = 43,46 \text{ mm}$$

Cálculo de g :

$$g = \frac{\frac{D_p}{2}}{\sin \alpha} = \frac{M \cdot Z}{2 \sin 30^\circ} = \frac{2 \times 20}{2 \times 0,5} = 40 \text{ mm}$$

$$f = \frac{g}{3} = \frac{40}{3} = 13,3 \text{ mm}$$

$$\beta = \alpha + \hat{e} \quad \text{tg } \hat{e} = \frac{M}{g} = \frac{2}{40} = 0,05 \quad \hat{e} = 2^\circ 52'$$

$$\beta = 30^\circ + 2^\circ 52' = 32^\circ 52'$$

$$\rho = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

Para fresar os dentes:

$$\delta = \alpha - \hat{z} \quad \text{tg } \hat{z} = \frac{1,25 M}{g} = \frac{2,5}{40} = 0,0625 \quad \hat{z} = 3^\circ 35'$$

$$\delta = 30^\circ - 3^\circ 35' = 26^\circ 25'$$

$$h = 2,25 M = 2,25 \times 2 = 4,5 \text{ mm}$$

$$M_1 = \frac{2}{3} M = \frac{2}{3} \times 2 = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ (módulo da seção menor)}$$

Se o valor calculado de M_1 não coincide com nenhum valor dos normalizados, se escolhe o imediatamente superior.

Neste caso que $M_1 = 1,33$ se escolhe $M_1 = 1,375$

Quando se quer calcular o valor do módulo para uma seção intermediária, pode-se utilizar o mesmo recurso da proporcionalidade e assim seria na figura 6.

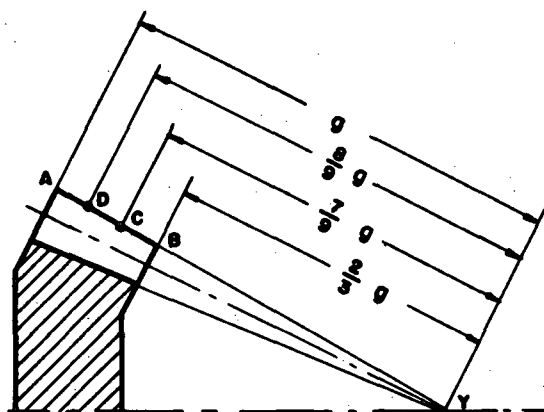


Fig. 6

$$\text{em D} \quad M_2 = \frac{8}{9} M = \frac{16}{9} = 1,77$$

$$\text{em C} \quad M_3 = \frac{7}{9} M = \frac{14}{9} = 1,55$$

A coroa é uma das rodas dentadas do sistema de engrenagem parafuso sem-fim-coroa (fig. 1).

Pode ser uma engrenagem simples com dentes helicoidais ou pode ter seu aro côncavo, a adaptado à forma do parafuso sem-fim.

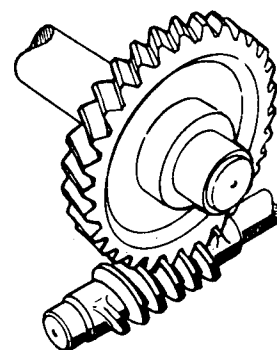


Fig. 1

APLICAÇÕES

A coroa é geralmente a roda conduzida do sistema do parafuso sem-fim-coroa. Este sistema é utilizado para relacionar eixos que se cruzam, normalmente, a 90° .

Este sistema é muito usado para obter grandes reduções de velocidade e para transmitir grandes potências.

CONSTRUÇÃO

A coroa constroe-se em ferro fundido, materiais sintéticos e, para grandes potências, em bronzes especiais.

A construção correta na fresadora universal, é feita desbastando os dentes com uma fresa, módulo e logo termina-se com uma ferramenta de acabamento, que tem a forma do parafuso sem-fim, mas com filetes providos de dentes.

TIPOS

Roda Cilíndrica helicoidal.

Este tipo de roda funciona também como coroa para parafuso sem-fim. Os contatos entre seus dentes e do parafuso sem-fim, se faz em apenas um ponto, e por isto não são muito resistentes. É aplicada quando a potência da transmissão é muito reduzida.

Roda helicoidal com aro côncavo e chanfrado.

Neste tipo de roda a engrenagem com parafuso sem-fim é mais resistente, pois os contatos entre seus dentes e do parafuso sem-fim são feitos numa linha. É empregado nas transmissões em que a potência é considerável.

Roda helicoidal com aro côncavo e sem chanfros.

Neste tipo de coroa, o contato entre os dentes é maior que nos casos anteriores. Por esta razão é mais resistente sendo, então, empregado em transmissão de grandes potências.

DIMENSÕES

Quando a coroa é cilíndrica, calcula-se como se fosse uma roda de engrenagem helicoidal. Se a coroa é côncava, as dimensões dos diâmetros são consideradas em uma seção perpendicular a seu eixo e que passa pelo centro da cavidade côncava.

Símbolos a utilizar:

| <i>Coroa</i> | | <i>Sem-fim</i> | |
|----------------|--|----------------|-------------------------------|
| M | = Módulo | de | = Diâmetro externo |
| Z | = Número de dentes | dp | = Diâmetro primiti <u>v</u> o |
| Dp | = Diâmetro primitivo | | |
| De | = Diâmetro externo | | |
| D ₂ | = Diâmetro maior | | |
| ℓ | = Largura da roda | | |
| R | = Raio da curva do arco | | |
| δ | = Ângulo de chanfros do aro | | |
| a | = Altura da cabeça do dente | | |
| b | = Altura do pé do dente | | |
| h | = Altura do dente | | |
| r | = Raio da cabeça | | |
| α | = Ângulo da hélice | | |
| E | = Distância entre eixos da roda e do sem-fim | | |

Fórmulas

Roda A (fig. 2)

$$P = M \cdot \pi$$

$$De = Dp + 2M$$

$$Dp = \frac{M \cdot Z}{\cos \alpha}$$

$$D_2 = De + 2R (1 - \cos \delta)$$

$$E = \frac{Dp + dp}{2}$$

$$R = E - \frac{De}{2}$$

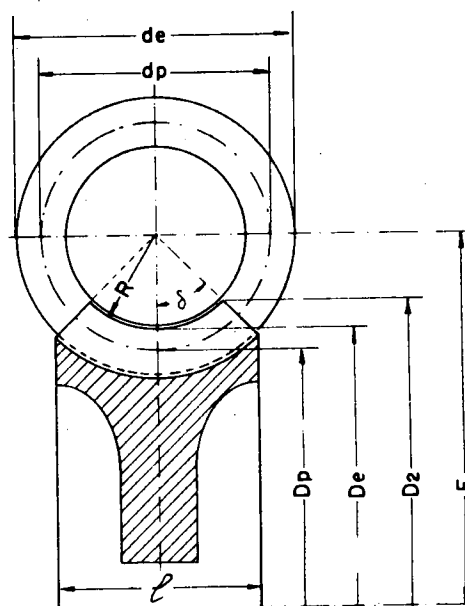


Fig. 2

Valores de ℓ

Para sem-fim de um ou dois filetes: $\ell = 2,38 \cdot P + 6\text{mm}$

Para sem-fim com mais de dois filetes: $\ell = 2,15 \cdot P + 5\text{mm}$

Valores de h

$h = a + b$, sendo $a = M$ e $b = 1,25$

Quando o ângulo de pressão é $14^\circ 30'$ ou 15° , $h = 2,167 \cdot M$

Quando o ângulo de pressão é 20° , $h = 2,25 \cdot M$

$$\cos \delta = \frac{dp}{de}$$

RODA B (fig. 3)

Valores de D_2

Para parafuso sem-fim de um ou dois filetes:

$$D_2 = De + 0,4775 P$$

Para parafuso sem-fim com mais de dois filetes:

$$D_2 = De + 0,3183 P$$

$$r = 0,25 \cdot P$$

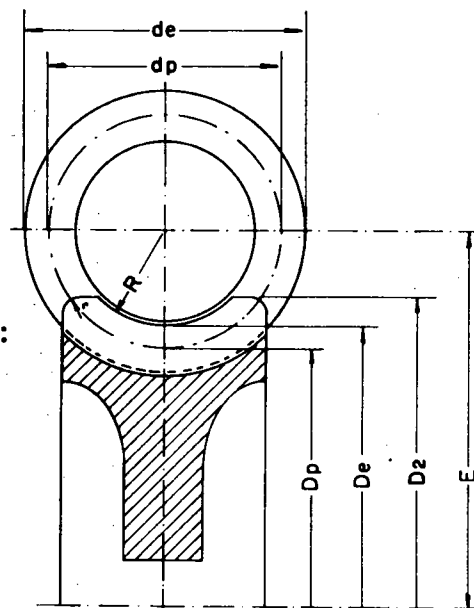


Fig. 3

As demais fórmulas são as mesmas para as rodas (A) e (B).

As dimensões da coroa se baseiam no parafuso sem-fim que vai engrenar; por essa razão é necessário conhecer as dimensões deste, assim como seu módulo, número de filetes e o valor do ângulo de pressão.



Exemplo de cálculo

Calcular uma coroa de aro côncavo com 50 dentes, para engrenar com um sem-fim, com os seguintes dados:

Sem-fim de 1 filete:

$$M = 2$$

$$dp = 24\text{mm}$$

$$de = 28\text{mm}$$

$$\alpha = 4^{\circ} 45'$$

$$\text{Ângulo de pressão} = 20^{\circ}$$

Cálculos da coroa

$$M = 2$$

$$Z = 50$$

$$D_p = \frac{M \cdot Z}{\cos \alpha} = \frac{2 \times 50}{0,996} = 100,4\text{mm}$$

$$D_e = D_p + 2M = 100,4 (2 \times 2) = 104,4\text{mm}$$

$$\cos \delta = \frac{dp}{de} = \frac{24}{28} = 0,8606 \Rightarrow 30^{\circ} 37'$$

$$D_2 = D_e + 2R (1 - \cos \alpha) = 104,4 + 2 \times 10 (1 - 0,8829) = 106,74\text{mm}$$

$$E = \frac{D_p + dp}{2} = \frac{100,4 + 24}{2} = 62,2\text{mm}$$

$$R = E - \frac{D_e}{2} = 62,2 - 52,2 = 10\text{mm}$$

$$l = 2,38 \cdot P + 6\text{mm}$$

$$l = 2,38 \times 6,2832 + 6 = 20,95\text{mm}$$

$$a = M = 2\text{mm}$$

$$b = M \cdot 1,25 = 2 \times 1,25 = 2,5\text{mm}$$

$$h = a + b = 2 + 2,5 = 4,5\text{mm}$$



A espiral de Arquimedes é uma curva gerada por um ponto (M) que se desloca sobre uma reta (r), quando esta gira ao redor de um de seus pontos. O deslocamento do ponto (M) sobre a reta, em uma volta completa (360°) denomina-se passo da espiral (P_e) (fig. 1-a).

O movimento é uniforme e o deslocamento é proporcional ao giro. Em uma volta (360°), o deslocamento do ponto (M) é igual ao passo; em meia volta (180°), o deslocamento é $\frac{P}{2}$, em $\frac{1}{4}$ de volta (90°) o deslocamento é $\frac{P}{4}$ e assim sucessivamente (fig. 1-b).

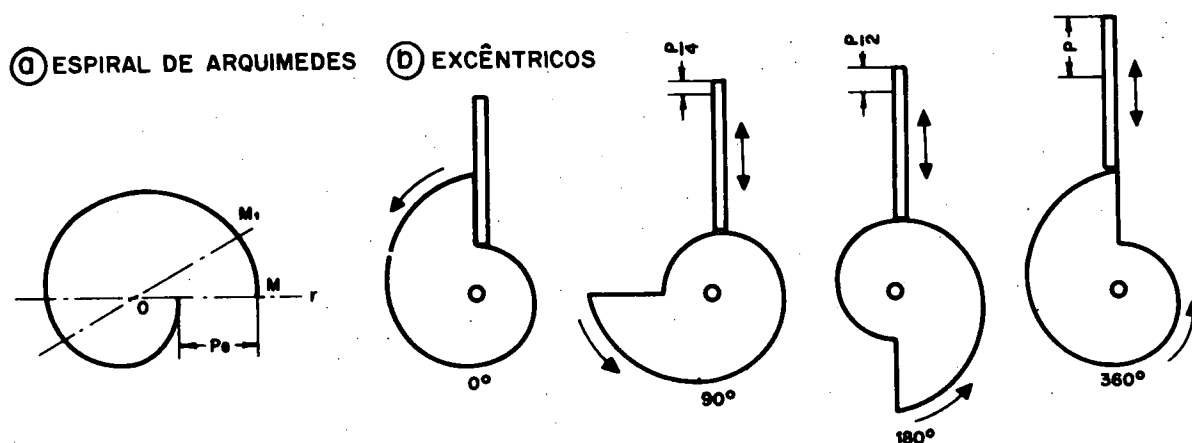


Fig. 1

Esta curva é utilizada em peças de fabricação mecânica, tais como: excêntricos para movimentar carros, em máquinas ferramentas automáticas, excêntricos para aperto rápido de peças na sua montagem, roscas frontais, superfícies de incidência nas fresas de perfil constante e outros:

EXCÊNTRICOS (CAMES)

É uma peça giratória, em cujo contorno se apoia e desliza a extremidade de uma haste, de forma que o movimento de rotação uniforme do excêntrico se transforma em movimento retilíneo alternado na haste (fig. 1-b).

ROSCAS FRONTAIS

É uma rosca desenvolvida sobre um plano na forma de espiral de Arquimedes; o passo espiral é o passo da rosca.

A rosca frontal é aplicada nas placas universais que se usam nos tornos e nas fresadoras. O movimento circular da peça roscada provoca o deslocamento das castanhas até o centro ou até a periferia da placa, segundo o sentido de giro (fig. 2).

Esta espiral é uma curva que pode ser construída, marcando-se a trajetória de um ponto M (fig. 3) que se desloca sobre o raio da superfície plana de um disco, quando este gira. Como já vimos, o avanço deve ser proporcional ao giro.

No torno o ponto (M) seria a ponta da ferramenta que se deslocaria perpendicularmente, ao eixo (fig. 3) enquanto o eixo gira.

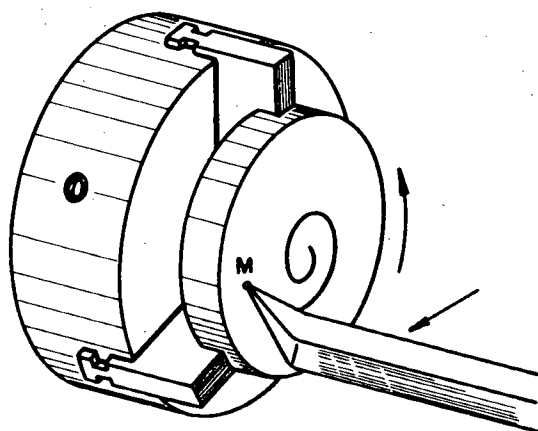


Fig. 3

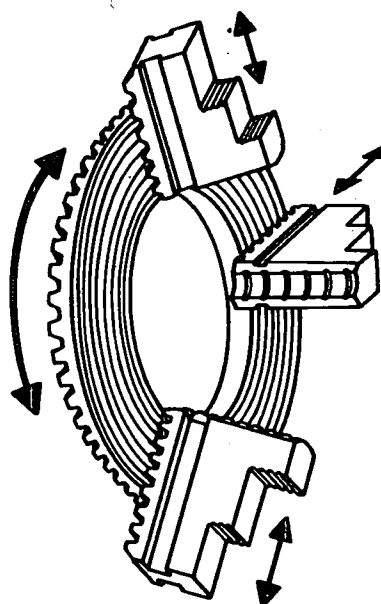


Fig. 2

Na fresadora, o disco montado no cabeçote divisor gira (M_r) e se desloca, ao mesmo tempo, transportado pela mesa (fig. 4).

Para obter esses dois movimentos (M_a) e (M_r) sincronizados monta-se um trem de engrenagens igual ao que se usa quando se constrói uma hélice.

A diferença está em que para a espiral, a montagem da peça se faz com o fuso do cabeçote divisor a 90° , e para cada volta da peça a mesa deve deslocar o passo da espiral $MM' = P_e$ (fig. 4)

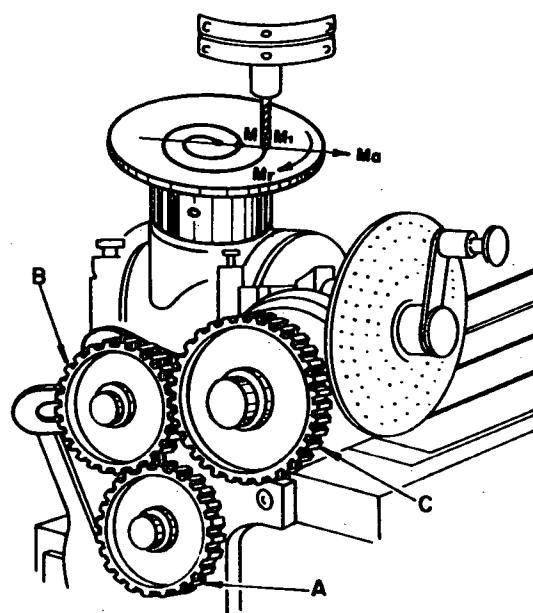


Fig. 4



Cálculo do trem de engrenagens.

De acordo ao já considerado para as hêlices, teremos que:

Pe = passo da espiral
p = passo do fuso da mesa
40 = constante do divisor que pode ser outro, nesse caso se substitui na fórmula.

De onde: $\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{Pe}{p \cdot 40}$

Exemplo:

Calcular o trem de engrenagens para construir uma espiral de Pe = 60 mm numa fresadora com um passo p = 5 mm, no fuso da mesa.

$$\frac{Z_A}{Z_C} = \frac{N_C}{N_A} = \frac{60}{40 \times 5} = \frac{24}{80} = \frac{30}{100} = \frac{36}{120}$$

De acordo com as medidas disponíveis se escolhe a fração mais conveniente. As rodas intermediárias como (B), podem ser de qualquer número de dentes e coloca-se tantas quantas forem necessárias para a montagem e para dar sentido de giro necessário na peça.

Para passos pequenos (Pe < 15 mm) calcula-se e monta-se o trem de engrenagens acoplado o eixo principal do cabeçote divisor diretamente com o fuso da mesa.

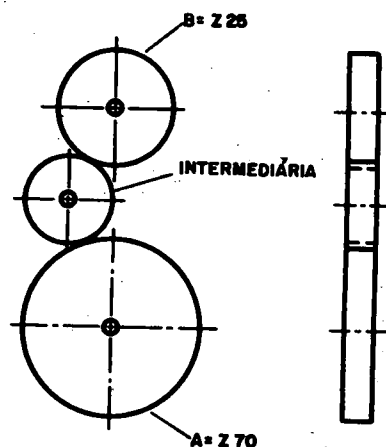
Exemplo:

Pe = 14 mm

p = 5 mm

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{Pe}{p} = \frac{14}{5} = \frac{70}{25}$$

$$\frac{Z_A}{Z_B} = \frac{70}{25}$$



Quando se constroem excêntricos de disco, e o passo da espiral (P_e) é tal que torna-se difícil calcular o trem de engrenagens, pode-se empregar o seguinte recurso:

- 1 - Escolhe-se um passo maior, o menor possível, que permita calcular o trem de engrenagens.
- 2 - Inclina-se o cabeçote divisor de um ângulo α (fig. 5) o qual é calculado da seguinte forma:

$$\text{sen } \alpha = \frac{P_e}{P_f}$$

Sendo P_e = passo da espiral
 P_f = passo escolhido
 P_f = passo escolhido

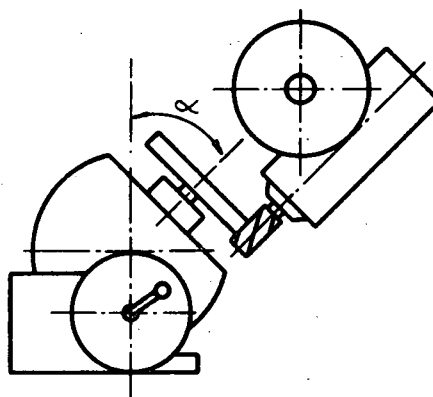


Fig. 5

Exemplo:

Para construir uma espiral de $P_e = 4,33$ mm, escolhemos um $P_f = 5$ mm

Calcular a inclinação do fuso do cabeçote divisor

$$\text{sen } \alpha = \frac{P_e}{P_f} = \frac{4,33}{5} = 0,866$$

$$\alpha = 60^\circ$$