

Fresando superfícies planas

Nas aulas passadas você estudou os tipos de fresadoras e fresas e como determinar os parâmetros de corte para fresar.

Mas para começar a fresar é necessário saber mais. É preciso saber escolher a fresa e a fresadora de acordo com o tipo de perfil que será executado na peça. E também saber fixar a fresa e a peça na máquina. É o que vamos fazer nas próximas aulas.

Nesta primeira aula sobre operações de fresagem, vamos aprender informações básicas sobre como fresar superfícies planas.

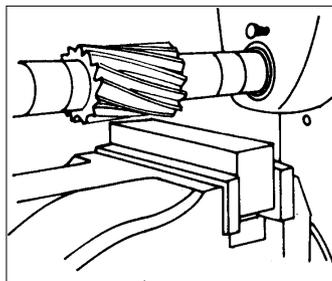
Usinar uma superfície plana é uma das operações mais simples e comuns na fresagem mecânica. É uma operação que pode ser executada em qualquer tipo de fresadora.

Fique atento! Querendo saber mais, não hesite em consultar a bibliografia indicada no final do livro.

Nossa aula

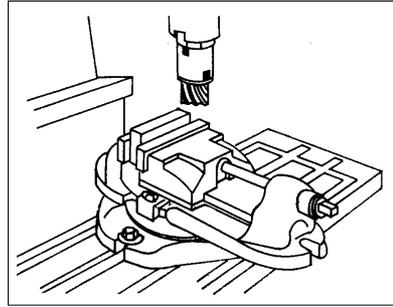
Como fresar superfície plana, plana inclinada e em esquadro

Existem duas formas de fresar superfícies: a tangencial e a frontal. Na fresagem tangencial, o eixo de rotação da fresa é paralelo à superfície da peça que está sendo usinada. Na fresagem frontal, o eixo de rotação é perpendicular à superfície da peça. Tanto a fresagem tangencial quanto a frontal podem ser executadas em qualquer tipo de fresadora. Veja figuras a seguir.

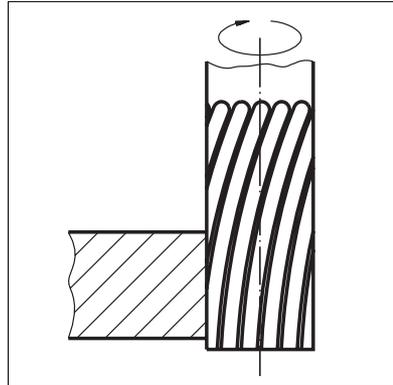


fresagem tangencial em fresadora horizontal

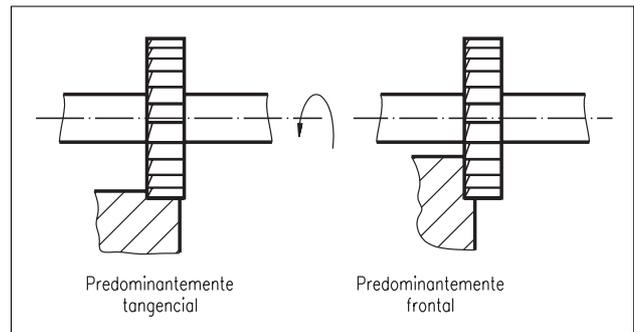
fresagem frontal em fresadora vertical



fresagem tangencial em fresadora vertical



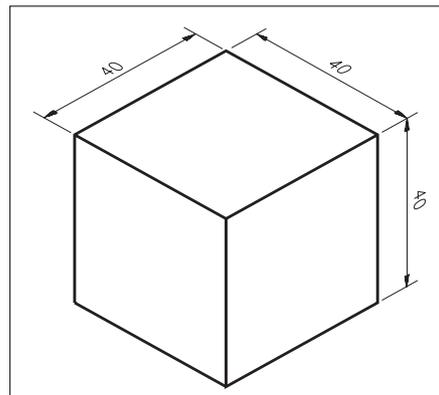
fresagem frontal em fresadora horizontal



Com esta pequena introdução, já podemos entrar no assunto. Distinguimos na fresagem em superfície plana três casos: fresagem de superfície plana simples, de superfície plana perpendicular a uma superfície de referência e, finalmente, de superfície plana inclinada.

Fresagem simples de superfície plana

Vamos supor que você entra na oficina e recebe a tarefa de usinar a superfície plana de uma peça de ferro fundido de 50 x 50 mm e dureza de 240HB, conforme desenho. Você dispõe de uma fresadora horizontal e fresa com 10 dentes e 40 mm de diâmetro. Por onde começar?



O primeiro passo é escolher a fresa com relação ao material da peça. Sabendo que o material é ferro fundido, com dureza de 240HB, que tipo de fresa você deve usar?

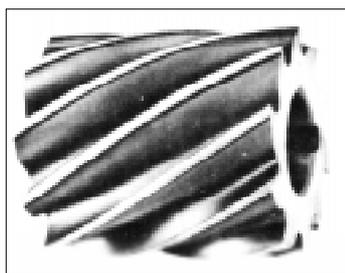
Recordar é aprender

Para usinar ferro fundido com dureza de 240HB, a fresa recomendada é a de tipo H.

Escolhido o tipo de fresa quanto ao material, é preciso especificá-la quanto ao trabalho que ela vai realizar. Para fresar superfícies planas, a fresa indicada é a plana, também conhecida como fresa cilíndrica. Veja, a seguir, alguns tipos básicos de fresas cilíndricas.

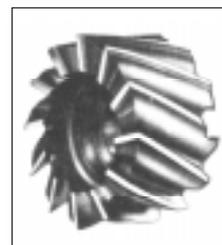


fresa cilíndrica de haste paralela (fresa de topo)



fresa cilíndrica para mandril com chaveta longitudinal

fresa de topo para mandril com chaveta transversal (fresa frontal para mandril)

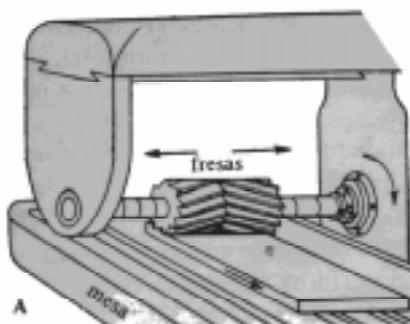


Como vamos fazer uma fresagem tangencial em superfície plana utilizando fresadora horizontal, escolhemos trabalhar com a fresa cilíndrica para mandril com chaveta longitudinal.

Trata-se de um tipo de fresa muito utilizada para usinar superfícies planas em fresadora horizontal. A fresa cilíndrica para mandril com chaveta longitudinal permite uma fixação mais rígida à máquina. E isso garante maior retirada de material e também um melhor acabamento da superfície.

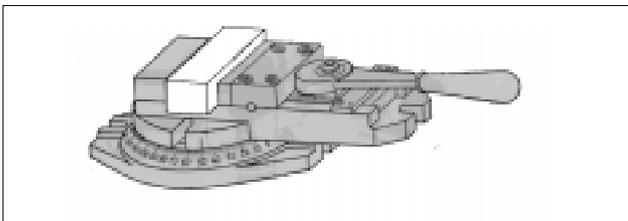
Dica tecnológica

Caso a largura da fresa não seja suficiente para usinar toda a extensão da superfície da peça, monte duas ou mais fresas, com a inclinação das hélices ou facas laterais de corte invertidas, isto é, uma hélice com inclinação à esquerda e a outra à direita. Veja figura abaixo.

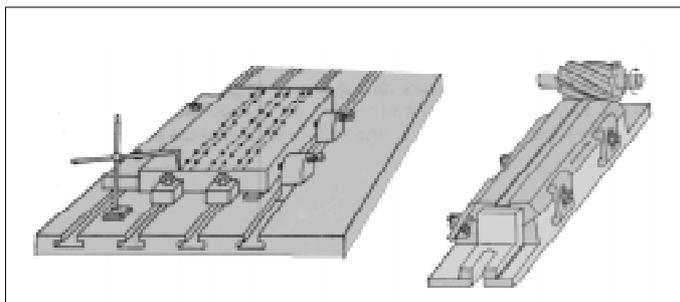


Tendo escolhido a fresa, o passo seguinte é a fixação da peça. Como fazer? Você pode escolher entre várias formas de fixação, de acordo com o perfil da peça e o esforço de corte que ela sofre.

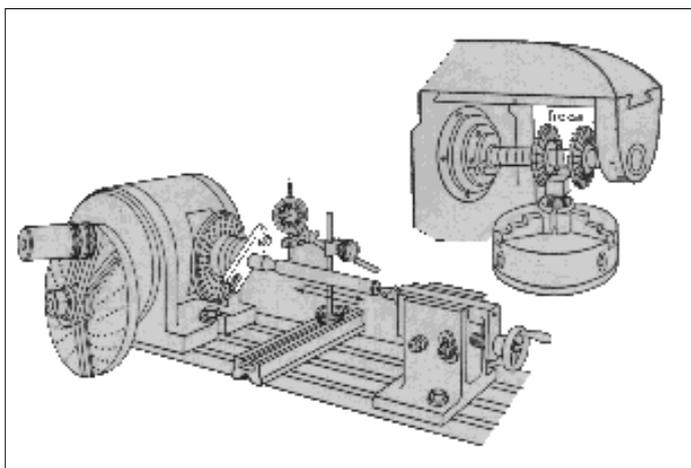
Pode-se fixar a peça diretamente à mesa ou com o auxílio de dispositivos de fixação como: morsa, cantoneiras, calços reguláveis (macaquinhos), aparelhos divisores e outros.



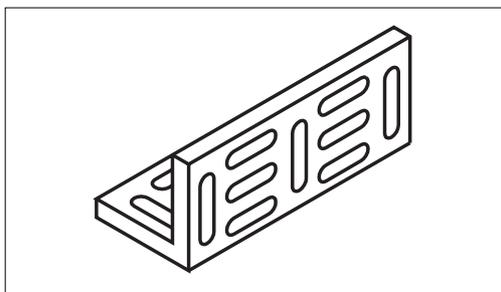
fixação em morsa



fixação sobre a mesa



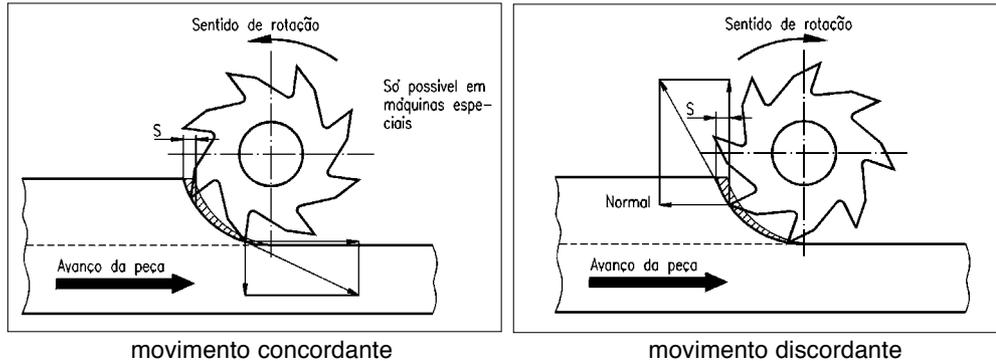
fixação com aparelho divisor



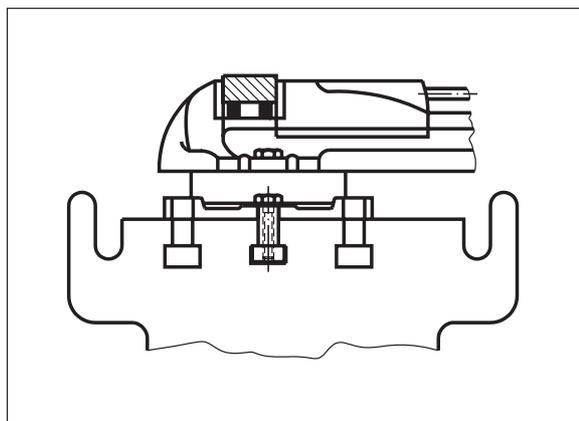
fixação em cantoneira

Recordar é aprender

No movimento discordante, o esforço de corte tende a arrancar a peça do dispositivo onde ela se encontra fixada. No concordante, o esforço de corte tende a empurrar a peça contra o dispositivo em que ela está fixada.



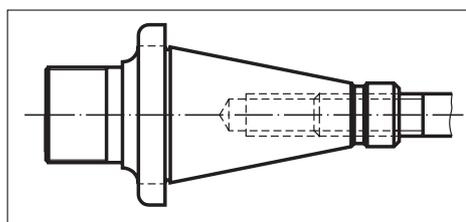
Em nosso exemplo, o movimento adotado é o tangencial discordante, pois a peça a usinar é de pequena dimensão e formato regular. Isso nos permite optar pela fixação em morsa, apesar de haver o risco de a peça ser arrancada, durante a fresagem.



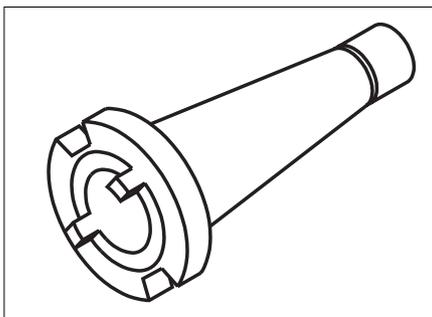
fixação em morsa

Agora podemos fixar a fresa. Esta fixação pode ser por pinças e mandris, também chamados eixos porta-fresas. Os mandris dispõem de hastes com cones do tipo morse ou ISO. Esta é uma informação importante na hora de fixar a fresa.

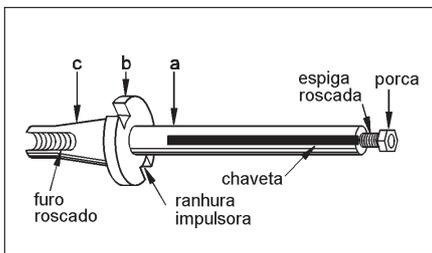
O mandril de cone morse é fixado por pressão e deve ser utilizado para trabalhos em que a fresa não seja submetida a grandes esforços. Nesse caso, o mandril recomendado é o de cone ISO, cujo sistema de fixação impede que ele se solte durante a operação de fresagem. Veja a seguir tipos de mandril e como eles são fixados.



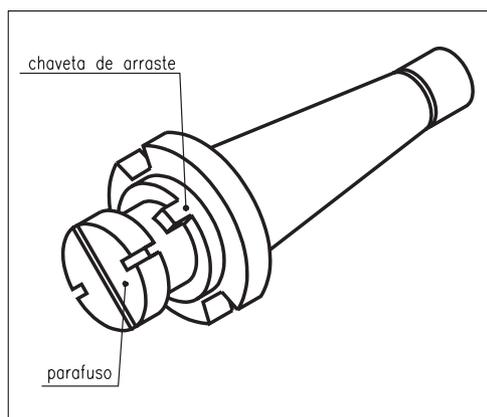
mandril para fresa com furo rosqueado



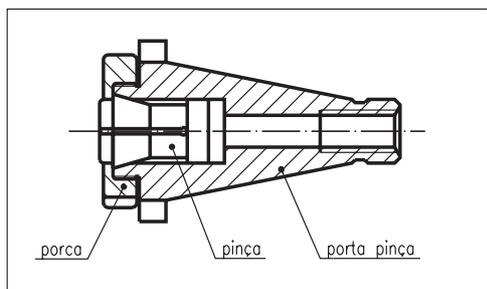
mandril para fresas de hastes cônicas



eixo porta-fresas (haste longa)



eixo porta-fresas curto
(mandril porta-fresas)



mandril porta-pinças

Optamos por trabalhar com o eixo porta-fresas do tipo haste longo, por ser o mais adequado à nossa fresa de trabalho, a cilíndrica com chaveta longitudinal. O mandril escolhido garante menor vibração da ferramenta durante a usinagem e, portanto, melhor acabamento.

Finalmente, resta determinar os parâmetros de corte. Vamos relembrar como fazer isso?

O primeiro passo é determinar a velocidade de corte. Para isso precisamos da profundidade de corte, da dureza do material e do material da fresa. No nosso caso: 5 mm, 240HB, aço rápido (HSS).

Com esses dados, encontramos na tabela de velocidade de corte o valor 12-18 m/min. Agora podemos calcular a rpm. Lembra que devemos ficar com a média do valor encontrado na tabela? Pois bem, o resultado do cálculo da rotação será de 120 rpm.

Passemos ao cálculo do avanço da mesa. Para isso vamos precisar do avanço por dente da fresa. Consultando a tabela de avanço por dente da fresa, vamos encontrar 0,20 mm/dente.

Com isto já é possível calcular o avanço da mesa, que é de 240 mm/min. Percebeu que esses são os cálculos dos parâmetros de corte necessários para regular a fresadora?

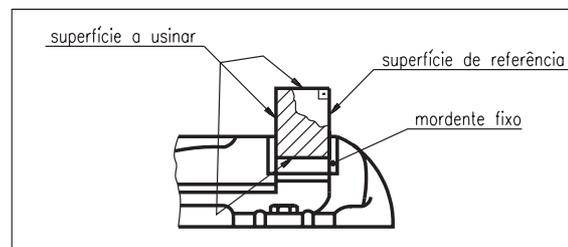
Bem, aprendemos a escolher e a fixar a peça e a fresa à máquina. Também determinamos os parâmetros de corte com os quais regulamos a máquina. Agora é só usinar!

Fresagem de superfície plana perpendicular a uma superfície de referência (fresagem em esquadro)

Na oficina é comum dizer sobre duas superfícies que formam um ângulo reto, isto é de 90° , que elas estão em esquadro. A expressão *fresar em esquadro* significa fresar uma superfície em 90° com relação a uma outra. Em outras palavras, é fresar uma superfície perpendicular a uma superfície de referência.

Fresar em esquadro é o mesmo que usinar uma superfície plana. Isso quer dizer que os critérios para a escolha da ferramenta e parâmetros de corte são os mesmos. Então, o que muda?

O que muda é que agora vamos tomar uma superfície já usinada como referência para usinar as demais. Veja figura a seguir.



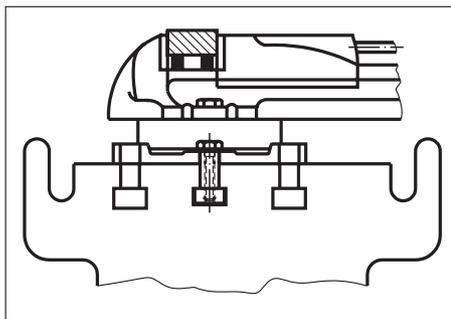
Vamos ver como fazer? Primeiro, devemos escolher a fresa, lembra? Como vamos trabalhar com movimento discordante frontal e fresadora vertical, ela não pode ser a mesma recomendada para o primeiro caso. A fresa adequada agora é a cilíndrica frontal para mandril com chaveta transversal.



fresa cilíndrica frontal para mandril com chaveta transversal

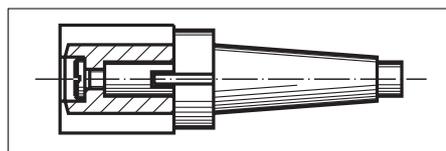
Mas ainda mantemos o tipo, isto é, a fresa tipo *H*, visto que o material da peça continua sendo o ferro fundido.

Feita a escolha da fresa, podemos escolher o meio de fixação da peça. Como no exemplo anterior, o meio recomendado é a morsa.



fixação em morsa

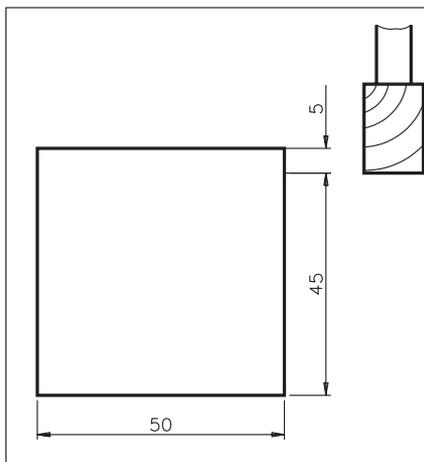
Para fixar a fresa, vamos usar um eixo porta-fresas curto. Este dispõe de chave transversal e parafuso que asseguram uma boa fixação da fresa.



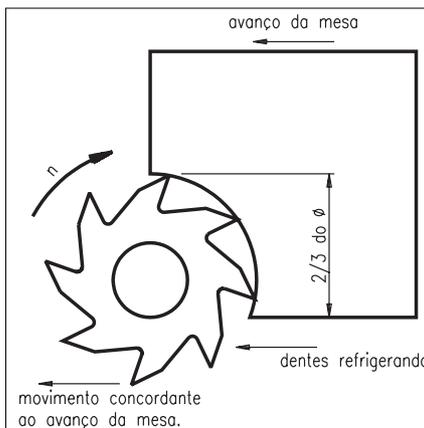
fixação de fresa em eixo porta-fresas curto

Acabamos de escolher os meios de fixação da peça e da fresa. Devemos então determinar os parâmetros de cortes. Estes são os mesmos que os encontrados no primeiro caso. Mas como vamos usinar os quatro lados da peça, precisamos dividir o valor do sobremetal por dois, a fim de determinar quanto será retirado de cada superfície. Vamos ver como fazer?

Tínhamos que o sobremetal da peça era de 10 mm e a profundidade de corte de 5 mm.



Notemos que o diâmetro da fresa é menor que a largura da peça. Nesse caso, para remover a camada de material desejada, é necessário dar mais de uma passada com a fresa sobre a peça, mas sem alterar a profundidade de corte. Para tanto, é só deslocar a mesa no sentido transversal ao seu avanço.



Neste momento, devemos observar que no máximo $2/3$ do diâmetro da fresa fiquem em contato com a peça. Isto favorece a refrigeração dos dentes da fresa, uma vez que necessariamente $1/3$ de seu diâmetro ficará fora.

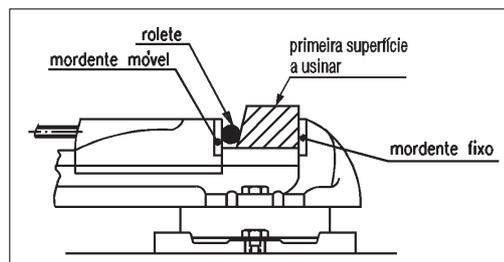
Recordar é aprender

A refrigeração dos dentes evita o superaquecimento da fresa e contribui, portanto, para o aumento da vida útil desta.

Bem, escolhemos o tipo de fresa e como fixá-la. E sabemos como efetuar o desbaste. O que falta? Fixar a peça e usinar suas superfícies. Vamos fazê-lo? Para isso vamos retomar o exemplo do primeiro caso. Com a diferença que agora em vez de usinar uma só superfície, vamos usinar quatro.

O primeiro passo é fixar a peça à morsa. Dentre as quatro superfícies, escolha a de formato menos irregular, que se apóia melhor contra o mordente fixo.

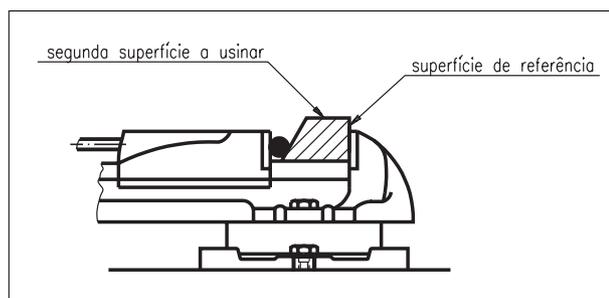
Encoste esta superfície ao mordente fixo da morsa e fixe-a, utilizando um rolete. Usine a primeira superfície, que passa a ser então a superfície de referência para as demais. Veja figura abaixo.



Dica tecnológica

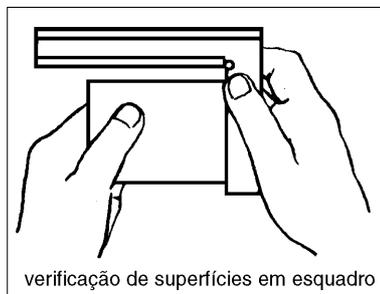
Em geral, as peças em bruto têm formato irregular, o que torna difícil sua fixação. Isso pode ser solucionado, colocando-se um rolete entre a peça e o mordente móvel da morsa, como mostra a figura.

Como já temos uma superfície de referência, vamos aprender a usinar a segunda superfície. Mas antes, retire a peça da morsa, lime as rebarbas e limpe a morsa. Em seguida, coloque de novo a superfície de referência da peça em contato com o mordente fixo da morsa. Fixe-a, utilizando um rolete.

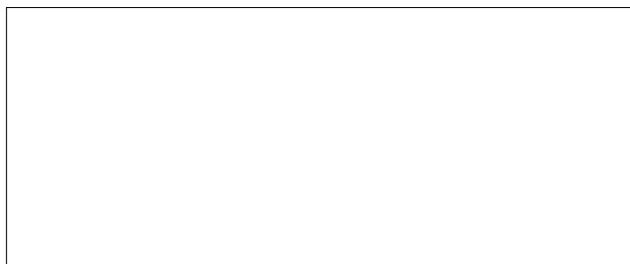


Fixada a peça, usine a segunda superfície em esquadro com a superfície de referência. Após a usinagem, retire a peça da morsa, lime as rebarbas e limpe a morsa.

Antes de usinar a terceira superfície, verifique se a superfície que você acabou de usinar está em esquadro, isto é, perpendicular à superfície de referência. Para isso use um esquadro de luz.

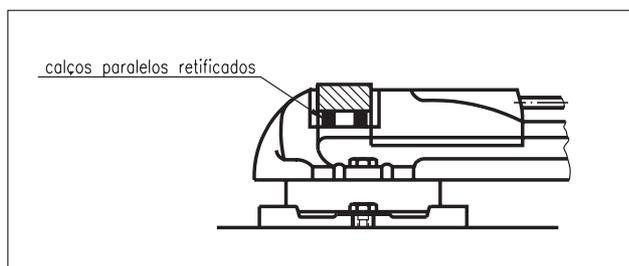


Agora podemos passar à usinagem da terceira superfície. Para isso, gire a peça em 180°, isto é, de maneira que a última superfície usinada fique voltada para baixo e a superfície de referência continue encostada no mordente fixo. Fixe-a, utilizando um rolete. Usine a terceira superfície.



Após a usinagem, retire a peça da morsa, lime as rebarbas e limpe a morsa.

Em seguida, para usinar a quarta e última superfície, fixe de novo a peça, utilizando calços para apoiá-la bem contra a base da morsa. Usine esta superfície.



Dica tecnológica

Use calços para assentar bem a peça. Se for necessário, dê umas pancadinhas de leve na peça até assentá-la. Utilize um martelo de cobre ou latão, ou qualquer outro material macio, para não danificar a peça.

Acabando de usinar a quarta superfície, solte a peça, lime as rebarbas. A peça está pronta.

**Pare! Estude!
Responda!**

Exercício 1

Complete as frases abaixo:

- Na fresagem frontal, a largura da superfície a ser fresada não deve exceder a do diâmetro da fresa.
- Uma peça em bruto, de superfície irregular, deve ser fixada à morsa com o auxílio de para ficar mais bem assentada contra o mordente fixo.

Exercício 2

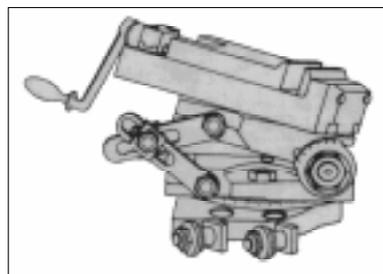
Escolha a alternativa correta.

Entre a usinagem de uma superfície e outra em esquadro, devemos:

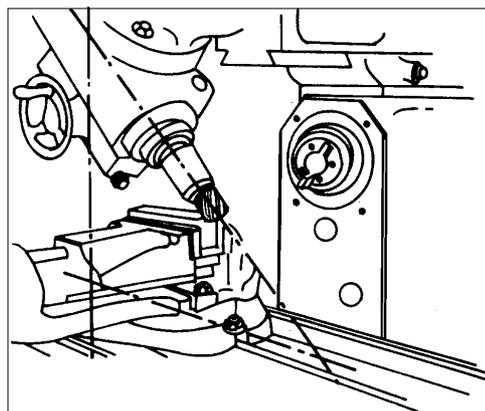
- trocar a fresa;
- trocar o meio de fixação;
- limpar a morsa e retirar as rebarbas da peça;
- aumentar a rpm e o avanço da mesa.

Fresagem de superfície plana inclinada

Há três modos de fresar uma superfície plana inclinada: pela inclinação da morsa, pela inclinação do cabeçote vertical ou pela inclinação da mesa.



inclinação da morsa



inclinação do cabeçote



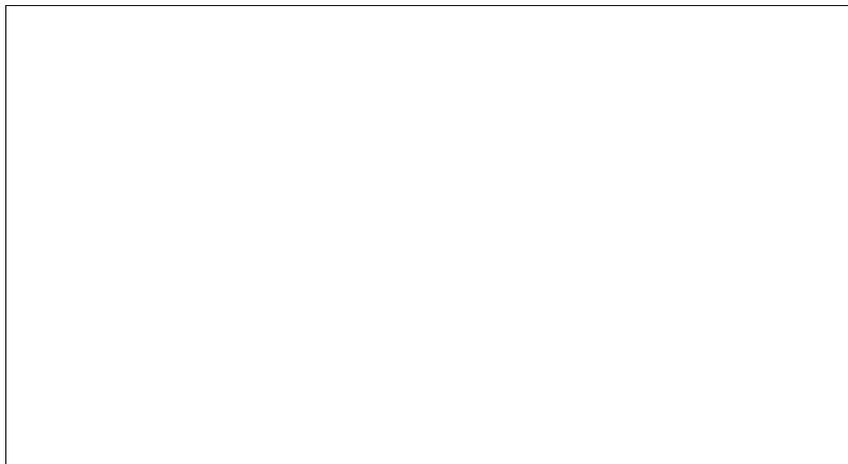
inclinação da mesa

Dica tecnológica

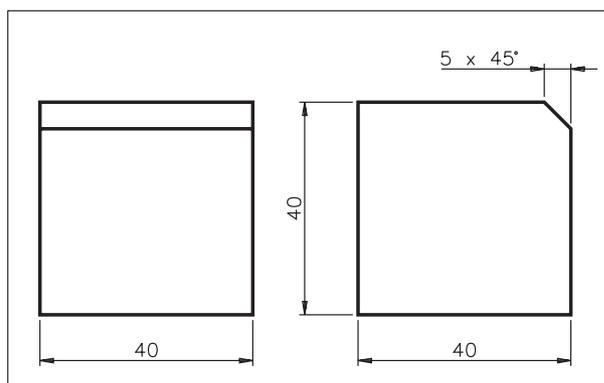
A inclinação do cabeçote deve ser feita após a fixação e alinhamento da morsa ou da peça no sentido de deslocamento da mesa. Este alinhamento é necessário na fresagem de superfícies planas inclinadas e também na fresagem de rasgos, canais e rebaixos. O alinhamento da morsa ou da peça deve ser feito independentemente do tipo de fresadora com a qual estamos trabalhando.

A fresagem de superfície plana inclinada segue os mesmos critérios que a fresagem em esquadro para a escolha da fresa e dos parâmetros de corte. A diferença é que com este tipo de fresagem, é preciso fazer o alinhamento da morsa ou da peça no sentido de deslocamento da mesa.

O alinhamento é necessário por que como se trata de fresagem de uma superfície inclinada, se a mesa não avançar paralelamente à superfície da peça a tendência é o chanfro ficar desalinhado.



Vamos aprender como fazer isso? Retomemos mais uma vez o exemplo dado no primeiro caso. Agora a peça de ferro fundido já está com as quatro superfícies usinadas. Pede-se então para você fresar uma superfície inclinada a 45° em uma de suas arestas.

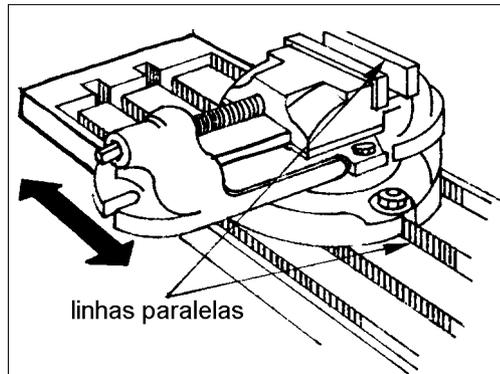


Por onde começar? Do mesmo modo que nos casos anteriores: pela escolha da fresa, dos meios de fixação e dos parâmetros de corte. Nesse terceiro caso, como estamos também utilizando a fresadora vertical, a fresa deve ser *tipo H* e cilíndrica frontal para mandril com chaveta. Ou seja, a mesma utilizada para a fresagem de superfícies perpendiculares a uma superfície de referência.

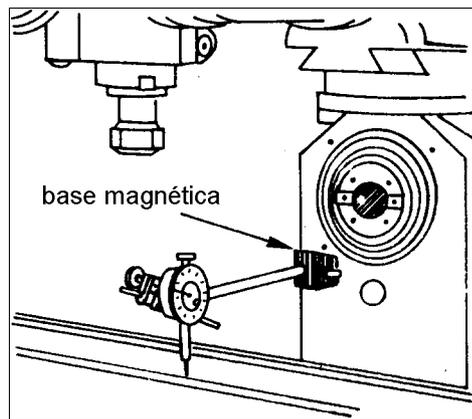
Também devem ser os mesmos os meios de fixação da peça e da fresa e os parâmetros de corte. Assim vamos utilizar morsa e um eixo porta-fresa curto. E os parâmetros de corte serão: 120 rpm e 240 mm/min para o avanço da mesa.

Feito isso, podemos alinhar a morsa ou a peça. Veja como fazer.

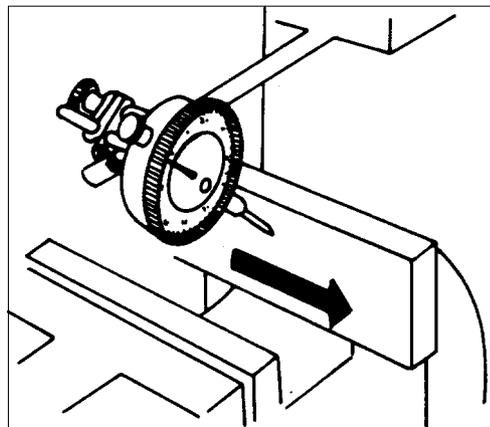
- Primeiro, limpe a mesa da fresadora e a base da morsa. Fixe a morsa sobre a mesa.



- Agora, fixe o relógio comparador ao cabeçote da máquina. Para isso utilize uma base magnética.



- Coloque a ponta do relógio comparador em contato com o mordente fixo da morsa.



Observação: Cuide para que a ponta do relógio comparador pressione o mordente em pelo menos uma volta, a fim de garantir o contato.

- Movimente a mesa manualmente ao longo do comprimento do mordente fixo da morsa.



Observação: Acompanhe atentamente o movimento do ponteiro do relógio, para verificar se a morsa está alinhada ou não.

- Solte os parafusos de fixação da morsa. Corrija o alinhamento se necessário. Para isso, gire a morsa no sentido inverso ao erro. Fixe de novo a morsa à mesa da máquina.
- Repita estes passos quantas vezes for necessário até obter no relógio comparador uma variação próxima a zero.

Dica tecnológica

O alinhamento da peça segue os mesmos procedimentos que os observados para o alinhamento da morsa. Ao alinhar a peça, certifique-se de que a superfície de alinhamento tenha sido previamente usinada.

Você aprendeu como alinhar a morsa e a peça em relação ao sentido de deslocamento da mesa. Agora é só usinar!

Exercício 3

Em que tipo de fresagem é necessário o alinhamento da morsa?

Exercício 4

Qual a mínima pressão com que a ponta do relógio comparador deve trabalhar em contato com o mordente fixo da morsa quando estamos fazendo o alinhamento? Por quê?

Exercício 5

Em que sentido deve ser alinhado o mordente fixo da morsa?

**Pare! Estude!
Responda!**