

# Fresando ranhuras retas – II

**N**a aula passada você aprendeu como fresar ranhuras retas por reprodução do perfil da fresa. Nesta aula você vai aprender como fresar ranhuras em T, trapezoidal e de chaveta.

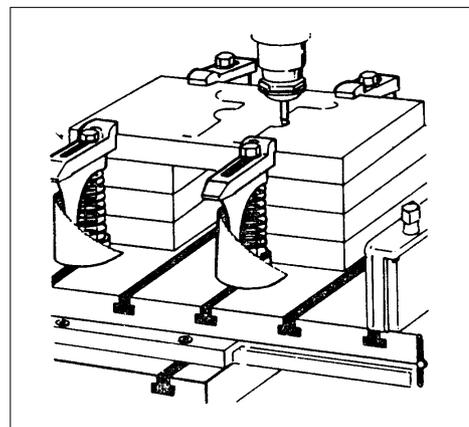
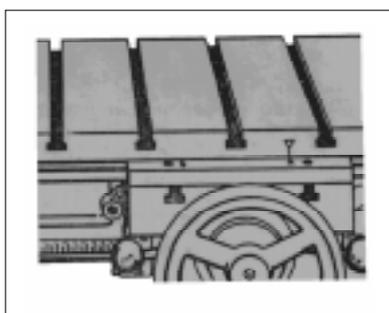
Estude bem e faça os exercícios. E não hesite em recorrer a aulas passadas, quando necessário!

## Nossa aula

### Como fresar ranhuras em T, trapezoidal e de chaveta

#### Como fresar uma ranhura em T

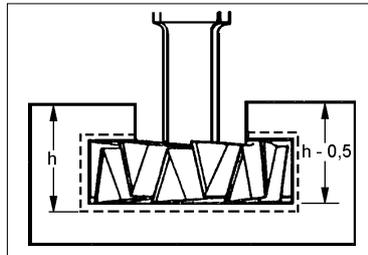
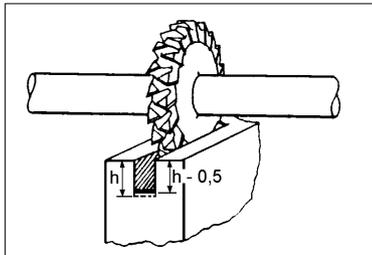
A ranhura em T é uma ranhura reta com perfil em forma da letra **T**. Trata-se de uma ranhura encontrada em mesas de máquinas como plainas, fresadoras e furadeiras. As ranhuras em T funcionam como guias para porcas e parafusos, empregados na fixação de peças e dispositivos em máquinas. Veja detalhe abaixo.



As ranhuras em T são normalizadas pelas normas DIN, NBR e outras. Vamos ver como fresar uma ranhura em T?

- Fixe e alinhe a peça.
- Escolha a fresa adequada à largura da ranhura. Para isso consulte uma tabela normalizada.
- Fixe a fresa.

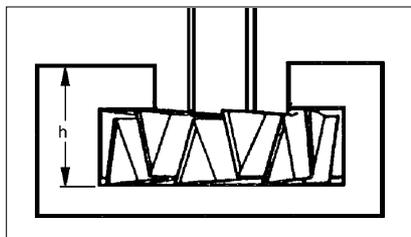
- Determine os parâmetros de corte.
- Puxe a coordenada e frese a ranhura retangular. Deixe 0,5 mm a menos na profundidade para fazer o acabamento no fundo da ranhura.
- Troque a fresa para fazer o desbaste da ranhura em T. Utilize a fresa do tipo T, também chamada Woodruff. A haste da fresa deve ter diâmetro menor que a largura da ranhura a ser feita. Desbaste a ranhura perpendicular à anterior.



### Dica tecnológica

A operação de fresar ranhuras em T requer uma refrigeração contínua e abundante, para evitar aquecimento excessivo da fresa e garantir a remoção do cavaco. Caso não seja possível usar refrigerante, pare a máquina para retirar os cavacos da ranhura. Caso contrário, a ferramenta e a peça podem ser danificadas.

- Troque de novo a fresa. Se possível, utilize fresa com dimensões normalizadas que permita fazer a ranhura em T em um só passe.
- Termine a ranhura. Para isso, centre a fresa e coloque-a na altura definitiva.

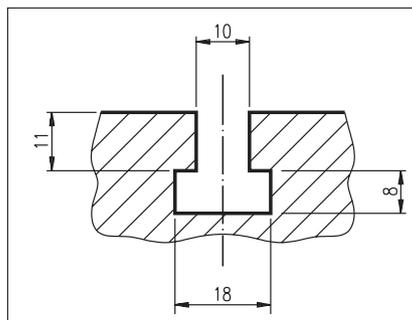


### Dica tecnológica

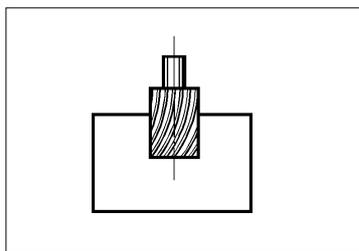
Na etapa de acabamento, escolha o menor avanço possível. A fresa Woodruff é muito sensível e poderá quebrar-se caso seja utilizado um avanço superior ao que ela pode suportar.

Você acabou de aprender como fazer uma ranhura em T. Podemos aplicar um exercício.

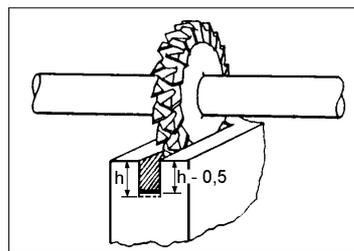
Vamos supor que você deve fazer uma ranhura em T, conforme o desenho ao lado. Como proceder?



Primeira coisa a fazer é fixar e alinhar a peça. Depois, abra o canal com uma fresa cilíndrica de topo de 10 mm de diâmetro. Pode usar também uma fresa circular de três cortes, com largura de 10 mm, como mostra a figura.



rasgo com fresa de topo



rasgo com fresa circular

**Observação:** Cuide para que o canal fique com no máximo 18,5 mm de profundidade.

Troque a fresa por uma do tipo T para ranhura, conforme mostra o detalhe de tabela.

$d_1 = 16$	$b = 8$	$d_2 = 6,5$	$d_3 = 10$	$l_1 = 12$	$l_2 = 63$
------------	---------	-------------	------------	------------	------------

Abra o canal em T. Para isso posicione a fresa na altura de 19 mm como indicado no desenho da peça. Observou que o canal pedido tem 18 mm de largura e a fresa de trabalho, apenas 16 mm de diâmetro? Como conseguir então um canal de 18 mm?

Simple! Depois que você der uma passada com a fresa, o canal aberto ficará com 16 mm de largura. Para que ele meça 18 mm, você vai precisar deslocar a mesa da fresadora em um milímetro, no sentido transversal ao deslocamento dela.

Após isso, é necessário dar mais uma passada com a fresa, para usinar o milímetro deslocado. Com isso você obtém um canal com 17 mm de largura. E agora?

Agora você precisa deslocar a mesa da fresadora no sentido transversal em mais 2 mm. Mas, desta vez, em sentido inverso ao do primeiro deslocamento. Acompanhe o raciocínio.

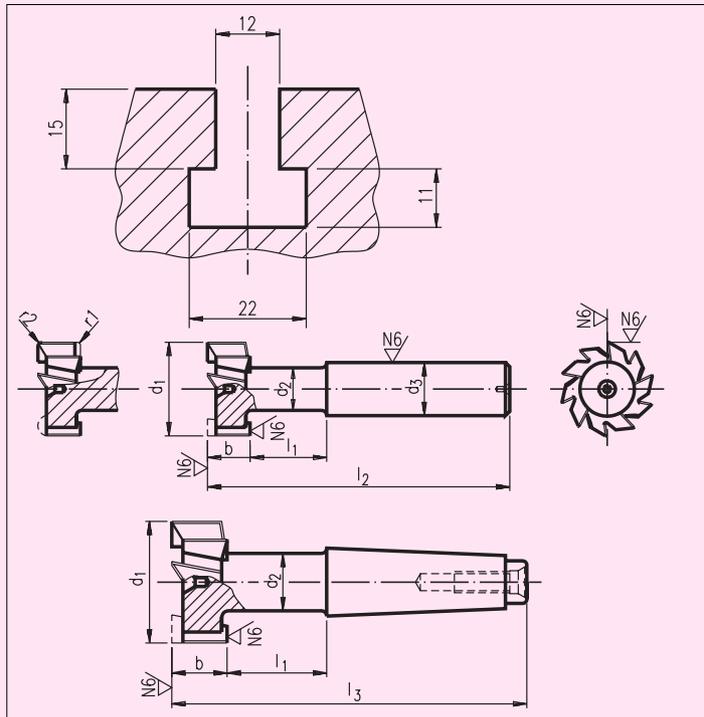
Se você voltar a mesa da fresadora em apenas um milímetro, vai estar apenas centralizando a fresa no canal. Deslocando-a em 2 mm, você estará posicionando a fresa de modo que ela retire um milímetro no outro lado do canal. Assim, o canal fica com 18 mm de largura, conforme pedido no desenho.

Quanto à altura de 8 mm, ela é obtida com a fresa escolhida, isto é,  $b = 8$  mm. E está pronta a ranhura em T! Agora é só limpar a peça e retirar as rebarbas.

**Exercício 1**

Qual a fresa T mais indicada para usinar um canal em T conforme desenho a seguir? (Utilize tabela DIN)

**Pare! Estude!  
Responda!**



$d_1$	$b$	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			0,6	
25	11	14	12	16	20	90				
28	12	16	13	16	23	90			2,5	
32	14	18	15	20	26	110				
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	5		6,0
85	36	48	40		67		239		2,0	
95	40	54	44		74		250			

**Exercício 2**

Que tipos de fresas devem ser utilizadas, para abrir um rasgo retangular a fim de fresar um canal em T?

**Exercício 3**

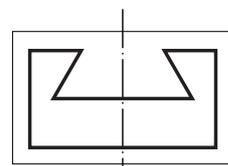
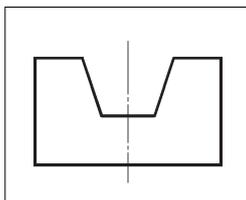
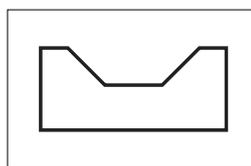
Por que se deve utilizar refrigeração em abundância para fresar rasgos em T?

**Exercício 4**

Por que é preciso utilizar pequenos avanços da mesa da fresadora quando se usam fresas do tipo Woodruff?

## Como fazer uma ranhura trapezoidal

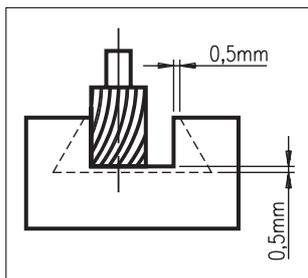
A ranhura trapezoidal tem perfil em forma trapezoidal. Ela é utilizada na construção de guias para elementos de máquinas. Há vários tipos de ranhura trapezoidal. Dentre elas a mais comum é a ranhura conhecida como rabo-de-andorinha. Veja abaixo.



rabo-de-andorinha

Vamos ver como fazer uma ranhura trapezoidal? Siga os passos.

- Fixe e alinhe a peça.
- Fixe a fresa para fazer a ranhura retangular.
- Puxe a coordenada.
- Determine os parâmetros de corte.
- Frese uma ranhura de seção retangular, inscrita na seção trapezoidal. Deixe aproximadamente 0,5 mm de sobremetal no fundo e nas laterais do rasgo retangular, para fazer o acabamento.



- Troque a fresa por uma fresa angular, de acordo com o perfil desejado da ranhura.
- Frese a ranhura.

### Dica tecnológica

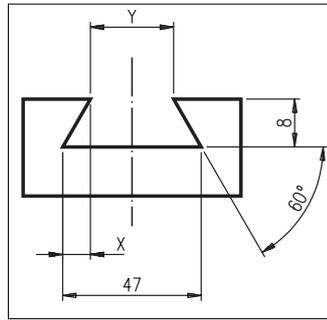
Utilize em abundância jato de refrigerante para remover os cavacos da ranhura.

## Como fazer um rabo-de-andorinha

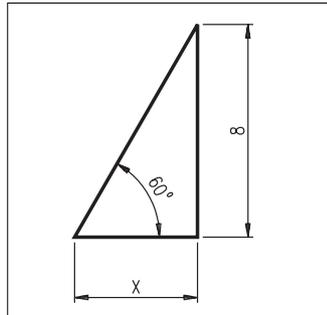
Agora que você aprendeu a fresar ranhuras retas trapezoidais, podemos aplicar um exercício, não é mesmo? Vamos fazer um rabo-de-andorinha?

Para começar alinhe e fixe a peça. Em seguida abra a ranhura retangular, de modo que ela fique com 7,5 mm de profundidade e largura menor que a medida  $y$ , mostrada no desenho a seguir. Para isso é necessário calcular a medida da ranhura. Veja como fazer.

Vamos supor que você recebeu uma peça conforme o desenho abaixo. O que fazer?



Observe o triângulo abaixo:



### Recordar é aprender

$$\text{tangente} = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}}$$

Em seguida, fazemos o cálculo:

$$\text{Tg } 60^\circ = \frac{8}{r}$$

$$x = \frac{8}{\text{Tg}60^\circ} \quad \therefore x = \frac{8}{1,73} \cong 4,6$$

O resultado encontrado foi  $x = 4,6$  mm, não é mesmo? Agora você já pode calcular a abertura  $y$ . Para isto é só montar o cálculo como segue.

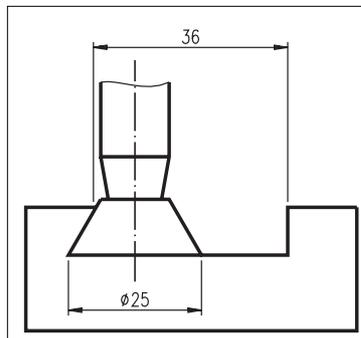
$$y = 47 - 2 \cdot (4,6) - 2 \cdot 0,5 = 36,8 \text{ mm}$$

Então, o máximo de largura que a ranhura retangular pode ter é 36,8 mm, aproximadamente.

### Dica tecnológica

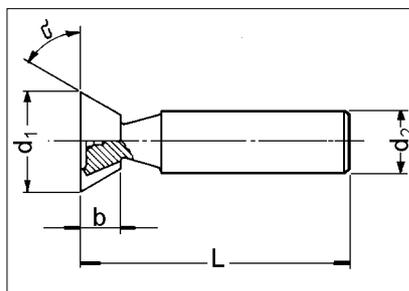
O valor 0,5 mm da equação dada corresponde ao sobremetal deixado nas laterais da ranhura para fazer o acabamento.

Para um valor de  $y = 36$  e  $x = 4,6$ , o diâmetro ( $d_1$ ) máximo da fresa deve ser de 40 mm. Com isso, você consegue usinar um lado do rabo-de-andorinha de cada vez.



Feitos os cálculos, é hora de escolher a fresa angular. Esta pode ser uma fresa angular de topo para mandril ou uma fresa angular com haste cilíndrica. Vamos supor que você tenha optado pela fresa angular de haste cilíndrica. Só resta agora conhecer as medidas desta fresa.

Isto é fácil. Sabendo as medidas da ranhura que a fresa deve abrir, 47 mm x 8 mm e 60°, e que o diâmetro máximo ( $d_1$ ) da fresa é 40 mm, é só consultar uma tabela de dimensões normalizadas de fresas, como mostrado abaixo.



Você deve ter encontrado que a fresa com diâmetro mais próximo a 40 mm é a de 25 mm, como no detalhe abaixo, não é mesmo?

60°	25	10	67	12
-----	----	----	----	----

Agora é só usinar. Para isso, utilize a fresa escolhida e fixe-a ao mandril porta-piças. A fresa está centralizada no canal retangular. Então, desloque a mesa no sentido transversal, de forma a usinar uma das laterais da ranhura. Usine esta lateral.

Feito isso, desloque a mesa no sentido transversal, contrário ao primeiro deslocamento. Usine a segunda lateral.

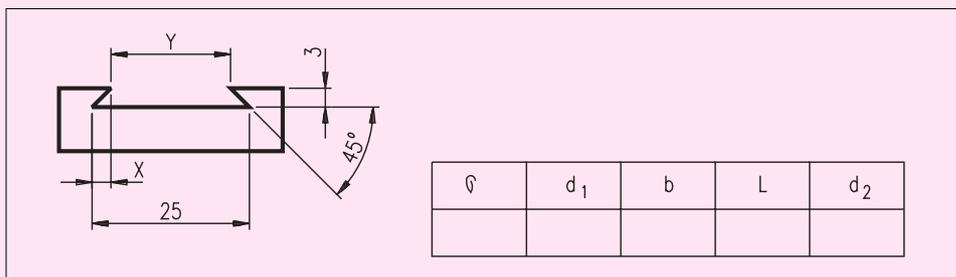
### Dica tecnológica

As fresas angulares são frágeis porque seus dentes formam ângulos muito agudos. Por isso, sempre que trabalhar com elas, adote o movimento discordante. Ainda, no início da fresagem, utilize avanço manual da mesa. Depois, para terminar a fresagem, passe para o avanço automático. Assim, você evita danos à fresa, como a quebra de dentes.

Você viu como fazer para fresar um rabo-de-andorinha. Que tal responder a algumas questões?

#### Exercício 5

Que fresa você deve utilizar para fresar um rabo-de-andorinha, conforme o desenho abaixo? (Consulte tabela normalizada de fresas, p. 54)



#### Exercício 6

Por que é necessário determinar os valores de  $x$  e  $y$ , quando se usina um rasgo do tipo rabo-de-andorinha?

#### Exercício 7

Para que é preciso deixar um sobremetal de 0,5 mm nas paredes da ranhura retangular, quando se usina um rasgo do tipo rabo-de-andorinha?

#### Exercício 8

Por que se deve optar pelo movimento discordante quando se usina um rasgo do tipo rabo-de-andorinha?

**Pare! Estude!  
Responda!**

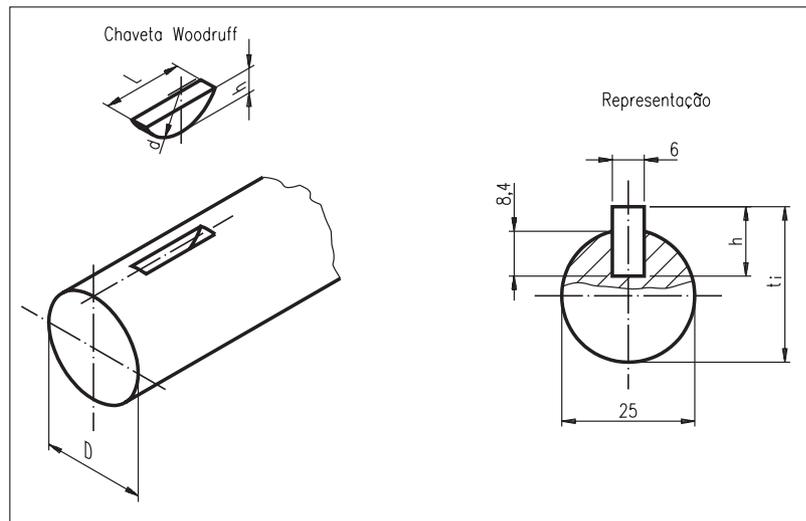
### Como fazer ranhuras de chavetas

A ranhura de chaveta é um rasgo onde se encaixa a chaveta. A chaveta é um elemento de máquina, normalizado, que transmite movimento de rotação a outros elementos. Tome-se o exemplo de uma polia montada em um eixo de motor. Sem a chaveta, o eixo gira em falso e não transmite o movimento de rotação para a polia.

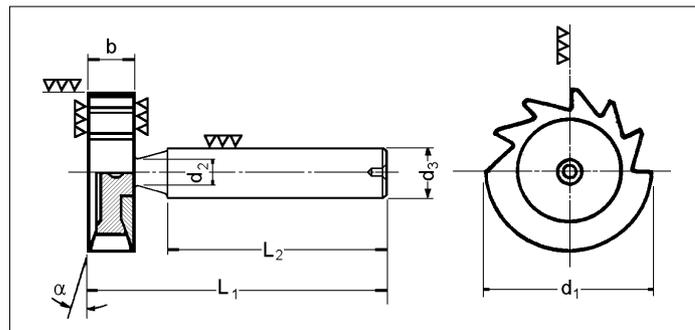
Para abrir uma ranhura ou rasgo de chaveta, seguimos os mesmos passos das operações anteriores de fresar ranhuras retas. O cuidado está na escolha da fresa, a qual vai depender do perfil do rasgo que se quer obter.

Em geral, utilizamos fresa de topo, fresa do tipo Woodruff ou fresa circular de três cortes normalizadas, segundo as dimensões da chaveta.

Vamos ver como fazer rasgos de chaveta? Vamos supor que você deve fazer um rasgo de chaveta do tipo Woodruff, conforme desenho abaixo. Por onde começar?



Fixe e alinhe a peça. Em seguida, consulte a tabela de fresas normalizadas para determinar as medidas da fresa Woodruff. Estas medidas devem ser adequadas para abrir um rasgo de 6 mm x 8,4 mm, conforme indicado no desenho da peça.

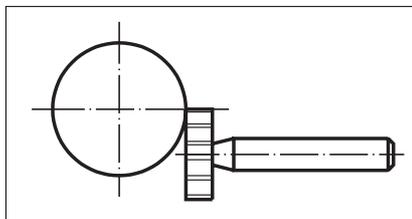


b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	b	1	2	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	b	1	2
1 x 1,4	4	1,8	6	1	50	40	5 x 7,5	19	6	10	5	55	40		
1,5 x 2,6	7	2,8	6	1,5	50	40	5 x 9	22	6	10	5	55	46		
2 x 2,6	7	3,2	6	2	50	40	6 x 7,5	19	6,5	10	6	60	46		
2 x 3,7	10	4	6	2	50	40	6 x 9	22	6,5	10	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 5	16	5	10	5	55	40	10 x 16	45	11,8	12	10	65	50		

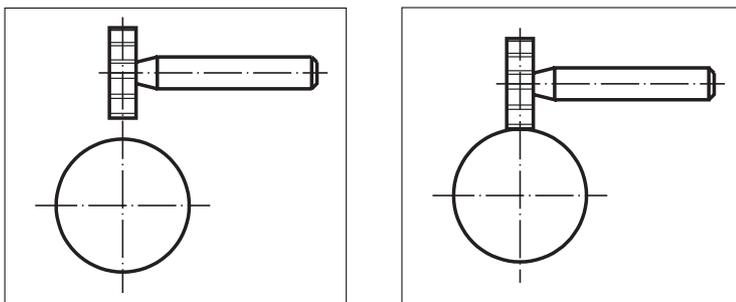
A fresa indicada é a que tem as seguintes dimensões:

6 x 10	25	7,5	10	6	60	46
--------	----	-----	----	---	----	----

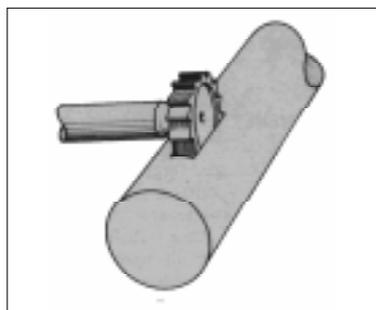
Feito isso, fixe a fresa com um mandril porta-piças. Em seguida, determine os parâmetros de corte e tangencie a lateral da peça com a fresa.



Agora desça a mesa da fresadora e puxe a coordenada até o centro do eixo. Depois, suba a mesa lenta e cuidadosamente, a fim de tangenciar de novo a superfície com a fresa.



Zere então o anel graduado do fuso de subida da mesa e usine a peça. Para isso, suba de novo a mesa lenta e cuidadosamente, até obter a profundidade do rasgo. Utilize o avanço manual.



#### Dica tecnológica

Na operação de fresar rasgos de chaveta do tipo Woodruff, o avanço da ferramenta deve ser manual e lento, para evitar a quebra da fresa. Ainda, a refrigeração deve ser contínua e abundante, para evitar excessivo aquecimento da ferramenta e possibilitar a remoção dos cavacos. Com isto, evita-se também a quebra da ferramenta.

#### Exercício 9

Assinale a alternativa correta:

O diâmetro da haste da fresa Woodruff para ranhuras em T deve ser:

- a)  igual à largura da ranhura retangular;
- b)  maior que a largura da ranhura retangular;
- c)  menor que a largura da ranhura retangular;
- d)  menor que o comprimento da ranhura retangular.

**Pare! Estude!  
Responda!**

### Exercício 10

Responda:

Para que serve uma ranhura em T em mesas de máquinas?

### Exercício 11

Que fresa Woodruff deve ser usada para abrir o rasgo de chaveta Woodruff?

$b = 8 \text{ mm}$

$h = 10 \text{ mm}$

### Exercício 12

Ordene de 1 a 8 os passos abaixo, para abrir um rasgo em T.

- a) ( ) Fixe a fresa.
- b) ( ) Puxe a coordenada e frese a ranhura retangular.
- c) ( ) Centre a fresa na altura e termine a ranhura.
- d) ( ) Fixe e alinhe a peça.
- e) ( ) Escolha a fresa adequada à largura da ranhura.
- f) ( ) Troque a fresa novamente.
- g) ( ) Determine os parâmetros de corte.
- h) ( ) Troque a fresa para fazer o desbaste da ranhura em T.

### Exercício 13

Complete as sentenças abaixo:

- a) A ..... é um elemento de máquina normalizado que transmite movimento de rotação.
- b) Geralmente, utilizamos fresa....., fresa ..... de três cortes, normalizadas segundo as dimensões da chaveta Woodruff.
- c) A escolha da fresa depende do ..... do rasgo ou ranhura que se quer obter.
- d) Na falta da chaveta, o eixo gira em falso e não transmite o movimento de .....