Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

AULA

27

Tolerância geométrica de posição

Um problema

Como se determina a tolerância de posição de peças conjugadas para que a montagem possa ser feita sem a necessidade de ajustes? Essa questão é abordada no decorrer desta aula. Vamos acompanhá-la?

As tolerâncias de posição para elementos associados estão resumidas na tabela abaixo.

Tolerância de posição	Posição para elementos associados	Posição de um elemento	⊕
		Concentricidade e coaxialidade	◎
		Simetria	⌯

Posição de um elemento

Símbolo: ⊕

A tolerância de posição pode ser definida, de modo geral, como desvio tolerado de um determinado elemento (ponto, reta, plano) em relação a sua posição teórica.

É importante a aplicação dessa tolerância de posição para especificar as posições relativas, por exemplo, de furos em uma carcaça para que ela possa ser montada sem nenhuma necessidade de ajuste.

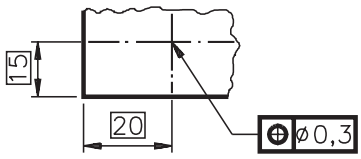
Vamos considerar as seguintes tolerâncias de posição de um elemento:

Tolerância de posição do ponto – É a tolerância determinada por uma superfície esférica ou um círculo, cujo diâmetro mede a tolerância especificada. O centro do círculo deve coincidir com a posição teórica do ponto considerado (medidas nominais).

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

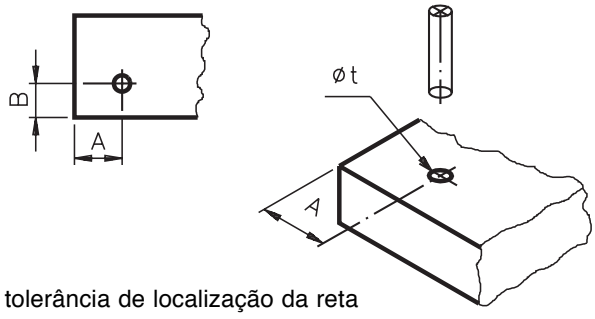
Especificação do desenho



Interpretação

O ponto de intersecção deve estar contido em um círculo de 0,3 mm de diâmetro, cujo centro coincide com a posição teórica do ponto considerado.

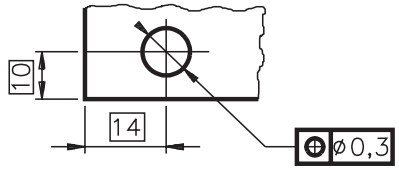
Tolerância de posição da reta – A tolerância de posição de uma reta é determinada por um cilindro com diâmetro "t", cuja linha de centro é a reta na sua posição nominal, no caso de sua indicação numérica ser precedida pelo símbolo Æ.

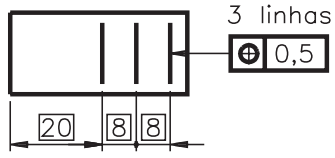


tolerância de localização da reta

Quando o desenho do produto indicar posicionamento de linhas que entre si não podem variar além de certos limites em relação às suas cotas nominais, a tolerância de localização será determinada pela distância de duas retas paralelas, dispostas simetricamente à reta considerada nominal.

Especificação do desenho

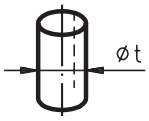




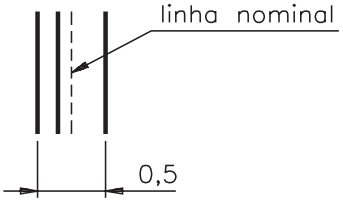
tolerância de posição de uma reta em um plano

Interpretação

O eixo do furo deve situar-se dentro da zona cilíndrica de diâmetro 0,3 mm, cujo eixo se encontra na posição teórica da linha considerada.



Cada linha deve estar compreendida entre duas retas paralelas, distantes 0,5 mm, e dispostas simetricamente em relação à posição teórica da linha considerada.

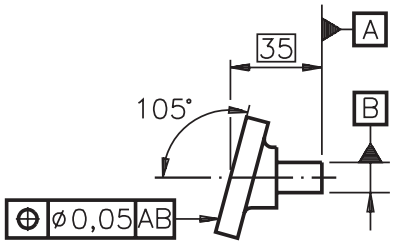


P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

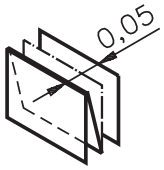
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Tolerância de posição de um plano – A tolerância de posição de um plano é determinada por dois planos paralelos distanciados, de tolerância especificada e dispostos simetricamente em relação ao plano considerado normal.

Especificação do desenhoInterpretação



A superfície inclinada deve estar contida entre dois planos paralelos, distantes 0,05 mm, dispostos simetricamente em relação à posição teórica especificada do plano considerado, com relação ao plano de referência A e ao eixo de referência B.



As tolerâncias de posição, consideradas isoladamente como desvio de posições puras, não podem ser adotadas na grande maioria dos casos práticos, pois não se pode separá-las dos desvios de forma dos respectivos elementos.

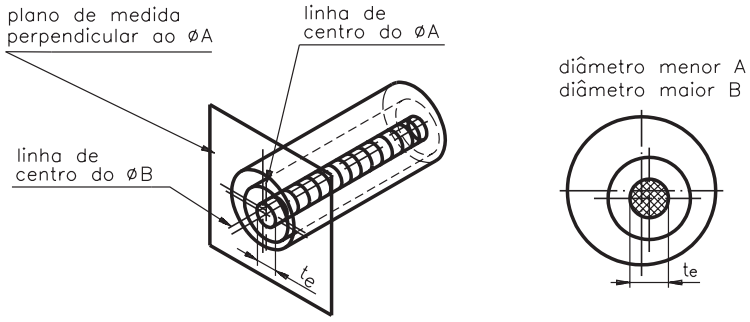
Concentricidade

Símbolo: ◎

Define-se concentricidade como a condição segundo a qual os eixos de duas ou mais figuras geométricas, tais como cilindros, cones etc., são coincidentes.

Na realidade não existe essa coincidência teórica. Há sempre uma variação do eixo de simetria de uma das figuras em relação a um outro eixo tomado como referência, caracterizando uma excentricidade. Pode-se definir como tolerância de concentricidade a excentricidade t_e considerada em um plano perpendicular ao eixo tomado como referência.

Nesse plano, tem-se dois pontos que são a intersecção do eixo de referência e do eixo que se quer saber a excentricidade. O segundo ponto deverá estar contido em círculo de raio $\mathbf{t_e}$, tendo como centro o ponto considerado do eixo de referência.

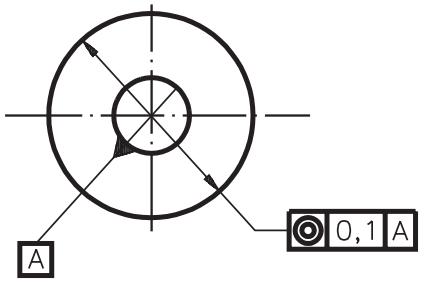


P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

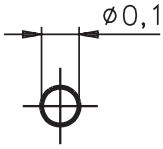
O diâmetro B deve ser concêntrico com o diâmetro A, quando a linha de centro do diâmetro B estiver dentro do círculo de diâmetro t_e, cujo centro está na linha de centro do diâmetro A.

A tolerância de excentricidade poderá variar de ponto para ponto, ao se deslocar o plano de medida paralelo a si mesmo e perpendicular à linha de centro de referência. Conclui-se, portanto, que os desvios de excentricidade constituem um caso particular dos desvios de coaxialidade.

Especificação do desenhoInterpretação



O centro do círculo maior deve estar contido em um círculo com diâmetro de 0,1 mm, concêntrico em relação ao círculo de referência A.



Coaxialidade

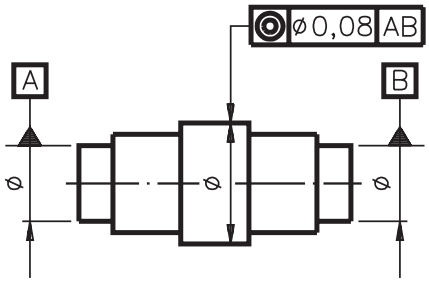
Símbolo: ◎

A tolerância de coaxialidade de uma reta em relação a outra, tomada como referência, é definida por um cilindro de raio t_c, tendo como geratriz a reta de referência, dentro do qual deverá se encontrar a outra reta.

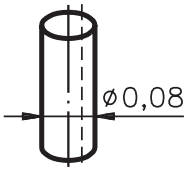
A tolerância de coaxialidade deve sempre estar referida a um comprimento de referência.

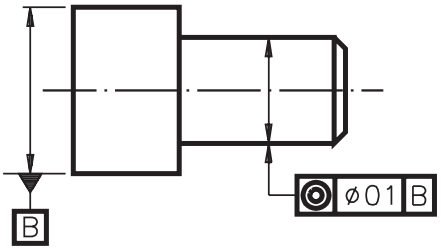
O desvio de coaxialidade pode ser verificado pela medição do desvio de concentricidade em alguns pontos.

Especificação do desenhoInterpretação



O eixo do diâmetro central deve estar contido em uma zona cilíndrica de 0,08 mm de diâmetro, coaxial ao eixo de referência AB.





O eixo do diâmetro menor deve estar contido em uma zona cilíndrica de 0,1 mm de diâmetro, coaxial ao eixo de referência B.

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

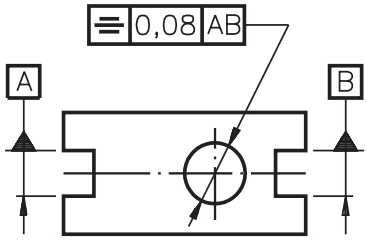
Simetria

Símbolo: ⌯

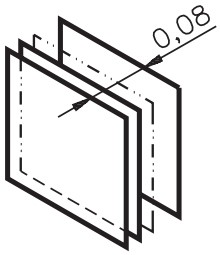
A tolerância de simetria é semelhante à de **posição de um elemento**, porém utilizada em condição independente, isto é, não se leva em conta a grandeza do elemento. O campo de tolerância é limitado por duas retas paralelas, ou por dois planos paralelos, distantes no valor especificado e dispostos simetricamente em relação ao eixo (ou plano) de referência.

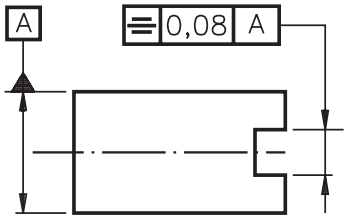
Especificação do desenho

Interpretação



O eixo do furo deve estar compreendido entre dois planos paralelos, distantes 0,08 mm, e dispostos simetricamente em relação ao plano de referência AB.





O plano médio do rasgo deve estar compreendido entre dois planos paralelos, distantes 0,08 mm, e dispostos simetricamente em relação ao plano médio do elemento de referência A.

Tolerância de batimento

Símbolo: ↗

Na usinagem de elementos de revolução, tais como cilindros ou furos, ocorrem variações em suas formas e posições, o que provoca erros de ovalização, conicidade, excentricidade etc. em relação a seus eixos. Tais erros são aceitáveis até certos limites, desde que não comprometam seu funcionamento. Daí a necessidade de se estabelecer um dimensionamento conveniente para os elementos.

Além desses desvios, fica difícil determinar na peça o seu verdadeiro eixo de revolução. Nesse caso, a medição ou inspeção deve ser feita a partir de outras referências que estejam relacionadas ao eixo de simetria.

Essa variação de referencial geralmente leva a uma composição de erros, envolvendo a superfície medida, a superfície de referência e a linha de centro teórica.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Para que se possa fazer uma conceituação desses erros compostos, são definidos os **desvios de batimento**, que nada mais são do que desvios compostos de forma e posição de superfície de revolução, quando medidos a partir de um eixo ou superfície de referência.

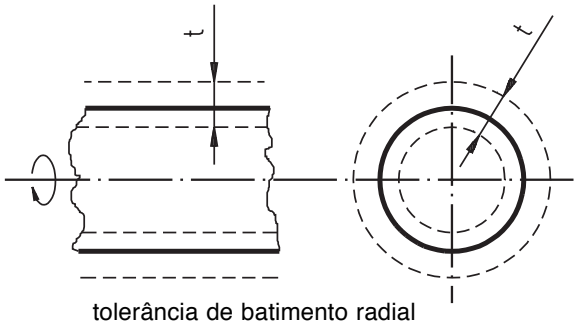
O batimento representa a variação máxima admissível da posição de um elemento, considerado ao girar a peça de uma rotação em torno de um eixo de referência, sem que haja deslocamento axial. A tolerância de batimento é aplicada separadamente para cada posição medida.

Se não houver indicação em contrário, a variação máxima permitida deverá ser verificada a partir do ponto indicado pela seta no desenho.

O batimento pode delimitar erros de circularidade, coaxialidade, excentricidade, perpendicularidade e planicidade, desde que seu valor, que representa a soma de todos os erros acumulados, esteja contido na tolerância especificada. O eixo de referência deverá ser assumido sem erros de retilineidade ou de angularidade.

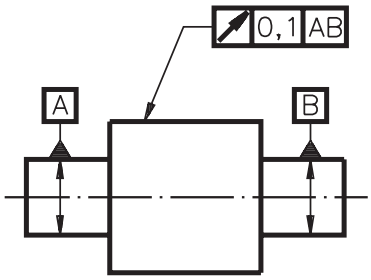
A tolerância de batimento pode ser dividida em dois grupos principais:

- **Batimento radial –** A tolerância de batimento radial é definida como um campo de distância **t** entre dois círculos concêntricos, medidos em um plano perpendicular ao eixo considerado.

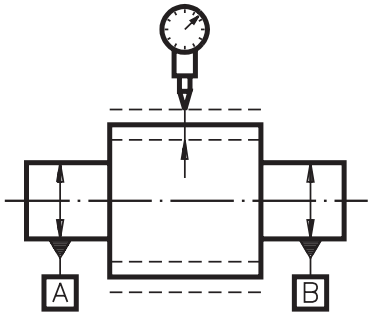


tolerância de batimento radial

Especificação do desenho



Interpretação



A peça, girando apoiada em dois prismas, não deverá apresentar a LTI (Leitura Total do Indicador) superior a 0,1 mm.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

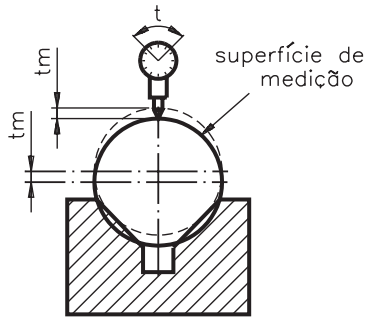
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

Métodos de medição do batimento radial

a) A peça é apoiada em prismas.

A figura mostra uma seção reta de um eixo no qual se quer medir o desvio de batimento.

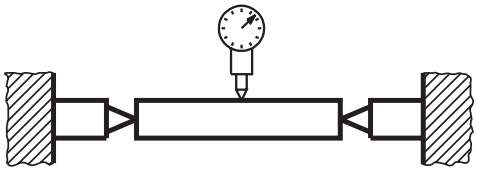
A LTI indicará um erro composto, constituído do desvio de batimento radial, adicionado ao erro decorrente da variação de posição do centro.



t.radial = 2.tm(LTI)

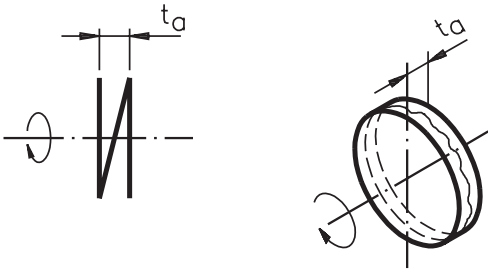
b) A peça é apoiada entre centros.

Quando se faz a medição da peça locada entre centros, tem-se o posicionamento correto da linha de centro e, portanto, a LTI é realmente o desvio de batimento radial.



A medição, assim executada, independe das dimensões da peça, não importando se ela esteja na condição de máximo material (diâmetro maior) ou de mínimo material (diâmetro menor, em se tratando de eixo).

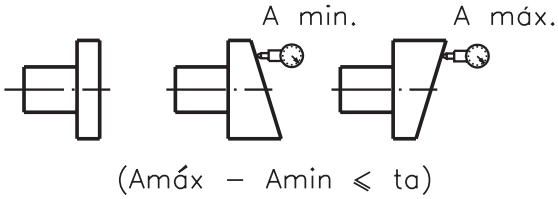
- **Batimento axial –** A tolerância de batimento axial t_a é definida como o campo de tolerância determinado por duas superfícies, paralelas entre si e perpendiculares ao eixo de rotação da peça, dentro do qual deverá estar a superfície real quando a peça efetuar uma volta, sempre referida a seu eixo de rotação.



Na tolerância de batimento axial estão incluídos os erros compostos de forma (planicidade) e de posição (perpendicularidade das faces em relação à linha de centro).

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Métodos de medição de batimento axial – Para se medir a tolerância de batimento axial, faz-se girar a peça em torno de um eixo perpendicular à superfície que será medida, bloqueando seu deslocamento no sentido axial.



medição de tolerância de batimento axial

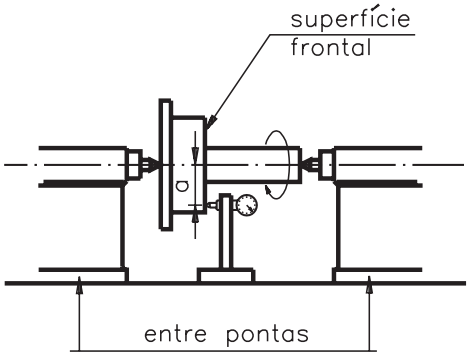
Caso não haja indicação da região em que deve ser efetuada a medição, ela valerá para toda a superfície.

A diferença entre as indicações $\mathbf{A_{máx.} - A_{min.}}$ (obtida a partir da leitura de um relógio comparador) determinará o desvio de batimento axial, que deverá ser menor ou igual à tolerância t_a.

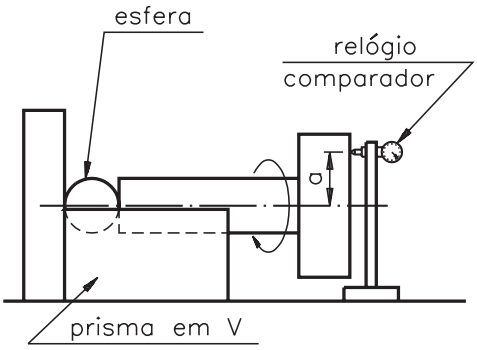
$$\boxed{\mathbf{A_{máx.} - A_{min.} \leqslant t_a}}$$

Normalmente, o desvio de batimento axial é obtido por meio das montagens indicadas abaixo.

a)



b)

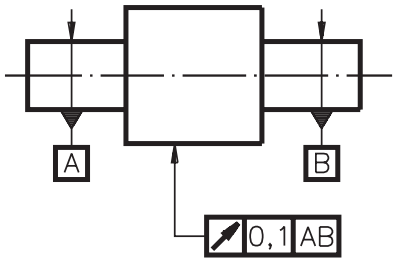


sistema de medição do desvio do batimento axial

A figura **a** mostra a medição feita entre pontas. Na figura **b**, a superfície de referência está apoiada em um prisma em V.

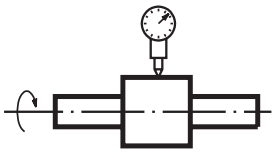
Acesse: ☞ http://fuvestibular.com.br/

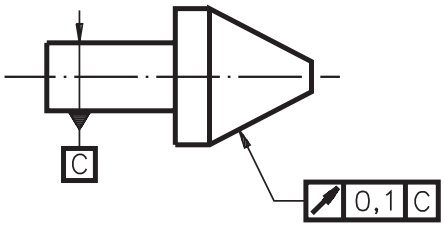
Especificação do desenho



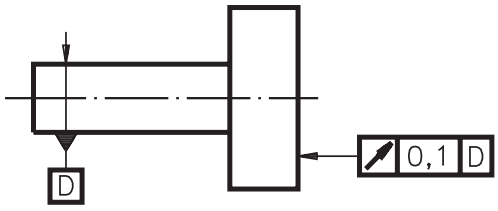
Interpretação

O desvio radial não deve ultrapassar 0,1 mm em cada ponto de medida, durante uma rotação completa em torno do eixo AB.





O desvio na direção da flecha sobre cada cone de medição não deve ultrapassar 0,1 mm, durante uma rotação completa em torno do eixo C.



O desvio não deve ultrapassar 0,1 mm sobre cada cilindro de medição, durante uma rotação completa em torno do eixo D.

Teste sua aprendizagem. Faça os exercícios a seguir e confira suas respostas com as do gabarito.

P/ as outras apostilas de Metrologia, Acesse: http://fuvestibular.com.br/telecurso-2000/apostilas/metal-mecanica/metrologia/

Marque com X a resposta correta.

Exercício 1

Para especificar as posições relativas de furos em uma carcaça é necessário estabelecer:

a) ()tamanho dos furos;
b) ()posição dos furos;
c) ()forma de ajuste;
d) ()tolerância de posição.

Exercício 2

Na tolerância de posição do ponto, o centro de um círculo deve coincidir com:

a) ()a posição teórica do ponto considerado;
b) ()o tamanho do ponto considerado;
c) ()a forma do ponto considerado;
d) ()a medida do ponto considerado.

Exercício 3

Na tolerância de posição da reta, a linha de centro é:

a) ()o ponto, na sua dimensão normal;
b) ()a reta, na sua posição nominal;
c) ()o círculo, na sua posição teórica;
d) ()o diâmetro, na sua localização normal.

Exercício 4

A tolerância de posição de um plano é determinada por:

a) ()dois planos inclinados;
b) ()dois planos paralelos;
c) ()dois planos perpendiculares;
d) ()dois planos sobrepostos.

Exercício 5

A coincidência entre os eixos de duas ou mais figuras geométricas denomina-se:

a) ( ) equivalência;
b) ( ) intercambialidade;
c) ( ) justaposição;
d) ( ) concentricidade.

Exercício 6

Na tolerância de simetria, o campo de tolerância é limitado por:

a) ()duas linhas de referência;
b) ()duas retas paralelas;
c) ()três retas paralelas;
d) ()três linhas de referência.