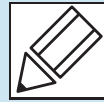


Guia Rápido para Instrumentos de Medição de Precisão

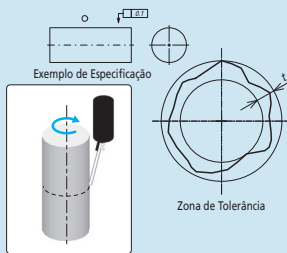


Roundtest (Medição de circularidade)

- ISO 4291:1985 Métodos para Avaliação de Circularidade - Medição das Variações no Raio
- ISO 1101:2012 Especificações Geométricas de Produtos (GPS) - Tolerâncias Geométricas - Tolerâncias de Forma, Orientação, Localização e Run-out

○ Circularidade

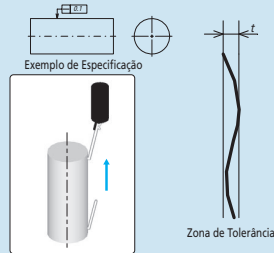
Qualquer linha circunferencial deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois círculos coplanares com uma diferença nos raios a uma distância t



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

— Retitude

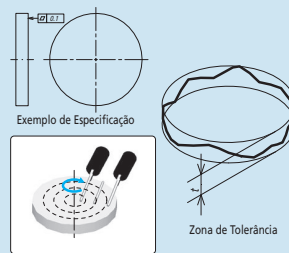
Qualquer linha sobre a superfície deve encontrar-se dentro da zona de tolerância formada entre duas linhas retas paralelas a uma distância t separada na direção especificada.



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

□ Planicidade

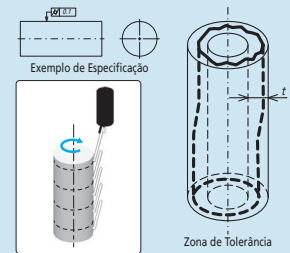
A superfície deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois planos paralelos a uma distância t separada



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

∩ Cilindricidade

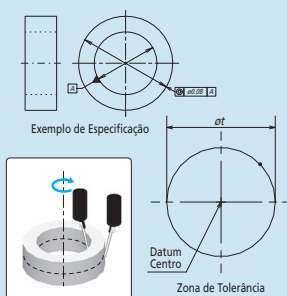
A superfície deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois cilindros coaxiais com uma diferença nos raios de t .



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

◎ Concentricidade

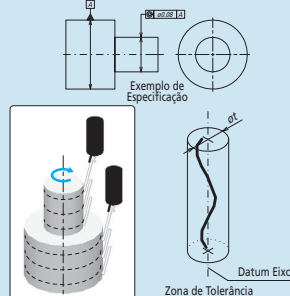
O ponto central deve estar contido dentro da zona de tolerância formada por um círculo de diâmetro t concêntrico com a referência.



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

◎ Coaxialidade

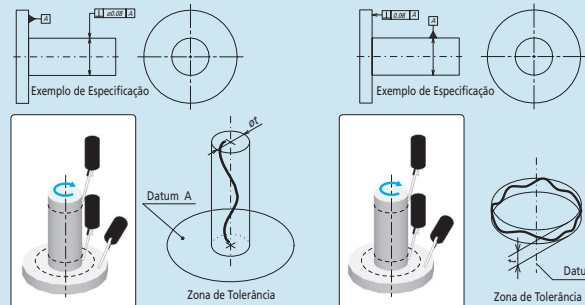
O eixo deve estar contido dentro da zona de tolerância formada por um círculo de diâmetro t concêntrico com a referência.



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

⊥ Perpendicularidade

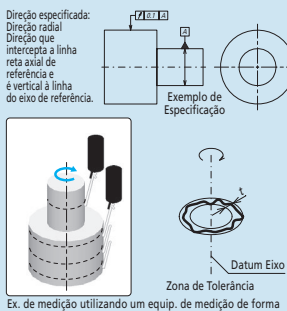
A linha deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois planos a uma distância t separada e perpendicular à referência.



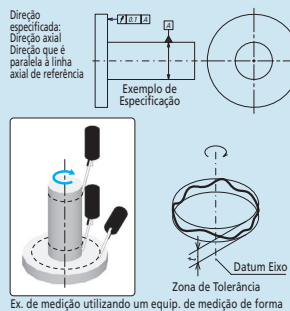
Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

↻ Desvio Circular

A linha deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois círculos coplanares e/ou concêntricos a uma distância t separada concêntrica e perpendicular à referência.



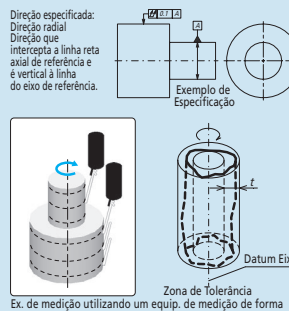
Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma



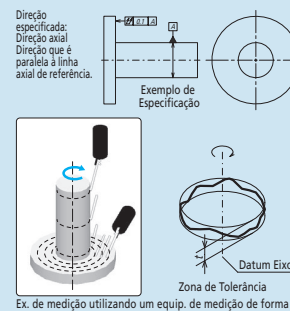
Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

↻ Desvio Total

A superfície deve estar contida dentro da zona de tolerância formada entre dois cilindros coaxiais com uma diferença nos raios de t , ou planos a uma distância t separada, concêntricos e perpendiculares à referência.



Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

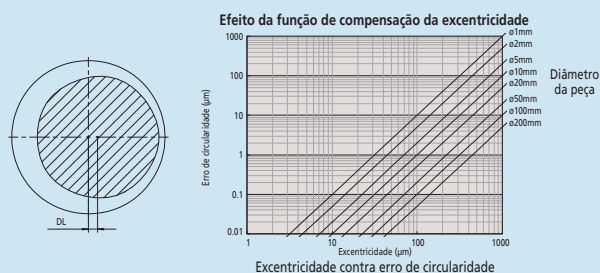


Ex. de medição utilizando um equip. de medição de forma

■ Ajustes antes da Medição

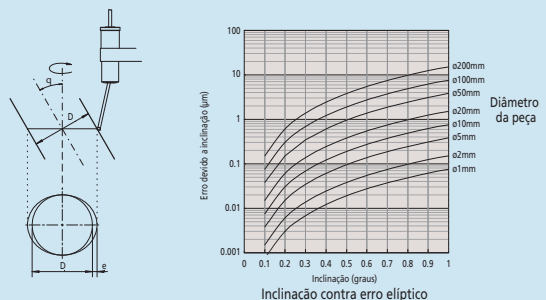
Centralização

Uma descentralização no deslocamento (excentricidade) entre o eixo da mesa giratória do medidor de forma e o da peça a ser medida dá como resultado uma distorção da forma medida (Erro de Caracol de Pascal) e consequentemente produz um erro no valor de circularidade calculado. Quanto maior for a excentricidade, maior será o erro na circularidade calculada. Sendo assim, a peça a ser medida deveria estar centrada (fazendo que os eixos coincidam) antes da medição. Alguns padrões de circularidade suportam medições precisas com uma função de correção do Erro de Caracol de Pascal. A efetividade desta função pode ser observada no gráfico seguinte.



Nivelamento

Qualquer inclinação do eixo de uma peça a ser medida com respeito ao eixo rotacional do equipamento de medição causará um erro elíptico. O nivelamento deve ser feito de tal maneira que estes eixos fiquem suficientemente paralelos



■ Efeito da Configuração do Filtro no Perfil Medido

Os valores de circularidade (RONT), conforme são medidos, vêm sendo afetados pela variação do valor de corte do filtro. Torna-se necessário estabelecer apropriadamente o filtro para a avaliação requerida.

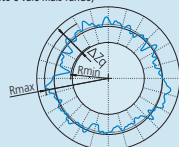


■ Avaliação da Circularidade do Perfil Medido

Os medidores de circularidade (RONT) utilizam os dados de medição para gerar círculos de referência cujas dimensões definem o valor de circularidade. Existem quatro métodos para gerar estes círculos, como mostrado a seguir, e cada método tem características individuais de tal forma que se deve escolher o método que melhor se adapte à função da peça a ser medida.

Método do Círculo de Mínimos Quadrados (LSC)

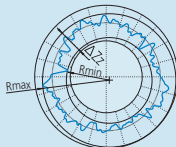
Um círculo se ajusta ao perfil medido (entre os picos e os vales) de forma que a soma dos quadrados dos afastamentos dos dados do perfil desde este círculo é o mínimo. O valor de circularidade é definido como a diferença entre os mínimos afastamentos do perfil desde este círculo (pico mais alto e vale mais fundo).



$\Delta Zq = R_{max} - R_{min}$
 ΔZq : Indica Faixa de Circularidade Por LSC.

Método do Círculo de Zona Mínima (MZC)

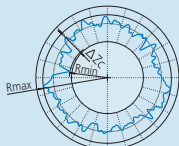
Dois círculos concêntricos se posicionam para conter o perfil medido de tal forma que sua diferença radial seja mínima. O valor da circularidade é definido como a separação radial entre estes dois círculos (largura do anel).



$\Delta Zz = R_{max} - R_{min}$
 ΔZz : Indica Faixa de Circularidade Por MZC.

Método do Máximo Círculo Circunscrito (MCC)

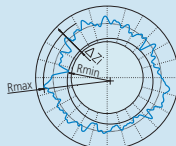
Cria-se o menor círculo possível para conter o perfil medido (a maior quantidade de picos fica contida). Utilizando o centro do círculo circunscrito cria-se um segundo círculo interno concêntrico que tangencie o vale mais fundo. O valor da circularidade é definido como a separação radial entre estes dois círculos (largura do anel).



$\Delta Zc = R_{max} - R_{min}$
 ΔZc : Indica Faixa de Circularidade Por MCC.

Método do Mínimo Círculo Inscrito (MIC)

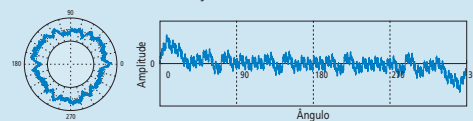
Cria-se o maior círculo possível para conter internamente o perfil medido (a maior quantidade de vales fica contida). Utilizando o centro do círculo inscrito cria-se um segundo círculo externo concêntrico que tangencie o pico mais alto. O valor da circularidade é definido como a separação radial entre estes dois círculos (largura do anel).



$\Delta Zi = R_{max} - R_{min}$
 ΔZi : Indica Faixa de Circularidade Por MIC.

■ Dados de Ondulações por Revolução (UPR) nos gráficos de circularidade

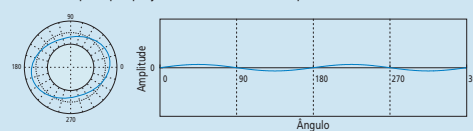
Gráficos de resultados de medição



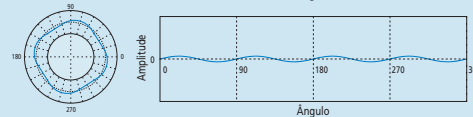
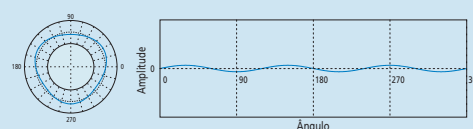
Uma condição com 1 UPR indica excentricidade da peça com relação ao eixo de rotação do equipamento de medição. A amplitude das componentes de ondulação depende do ajuste de nivelamento.



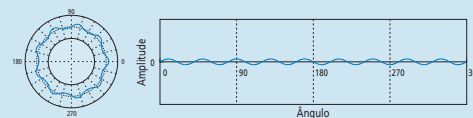
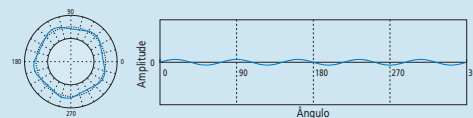
Uma condição com 2 UPR pode indicar (1) insuficiente ajuste de nivelamento do instrumento de medição; (2) desvio circular devido à montagem incorreta da peça a ser medida sobre a máquina de produção onde foi fabricada; (3) a forma da peça a ser medida é elíptica por projeto como é o caso de um pistão de motor de combustão interna.



Uma condição com 3 a 5 UPR poderia indicar (1) deformação devida ao aperto excessivo do sistema de fixação no processo de medição; (2) deformação por liberação de tensões ao soltar a peça do sistema de fixação usado na máquina que produziu a peça e criou sua forma.



Uma condição com 5 a 15 UPR frequentemente indica fatores de desbalanceamento no método ou processo de usinagem usado para produzir a peça a ser medida.



Uma condição de 15 UPR (ou mais) é produzida frequentemente devido a vibrações da máquina de usinagem, uso de material não homogêneo, sistema deficiente de refrigeração da peça e sistema inadequado de posicionamento da peça.

