



Pontas de precisão

www.renishaw.com-shop/styli



#renishaw

Conteúdo

O que é uma ponta?	4
A importância das pontas nas medições de precisão	6
Selecionando e usando as pontas	8
Rosca de conexão	8
A geometria da peça determina a escolha do componente da ponta	9
Tipos de pontas	10
Pontas estrela	12
Pontas articuladas	13
Pontas disco	14
Pontas disco semiesférica	15
Pontas cilíndricas	16
Pontas hemisféricas em cerâmicas	17
Pratos de adaptação	18
Acessórios	18
Extensões	19
Materiais usados para componentes de pontas Renishaw	20
Suportes	20
Haste	21
Parâmetros para materiais de extensões / pratos com extensões	22
Materiais para conectar componentes	24
Escolha do material para componentes e acessórios de pontas	24
Calculando alterações no comprimento	26
Rigidez à flexão	28
Selecionando e usando as pontas	29
Rubi	29
Zircônia	29
Nitreto de silício	29
Diamante OPTiMUM™	29
Notas sobre escaneamento	30
Desgaste abrasivo	31
Desgaste adesivo	31
Precisão da esfera (classe)	33
Montagem Conjunto de esfera em rebaixo copo ou pino	35
Resultado	37
Calibrando peças com outras formas geométricas	37
Resumo dos principais critérios para uso de componentes do apalpador	38
Checklist	39

O que é uma ponta?

Em princípio, as pontas são as "ferramentas" da máquina de medição por coordenadas (CMMs), proporcionando a mesma relação que as ferramentas de torneamento têm com tornos, e as ferramentas de fresagem e mandrilhamento têm com fresadoras.

Ao medir com um apalpador por contato, a máquina usa a ponta para coletar pontos de dados na superfície da peça.

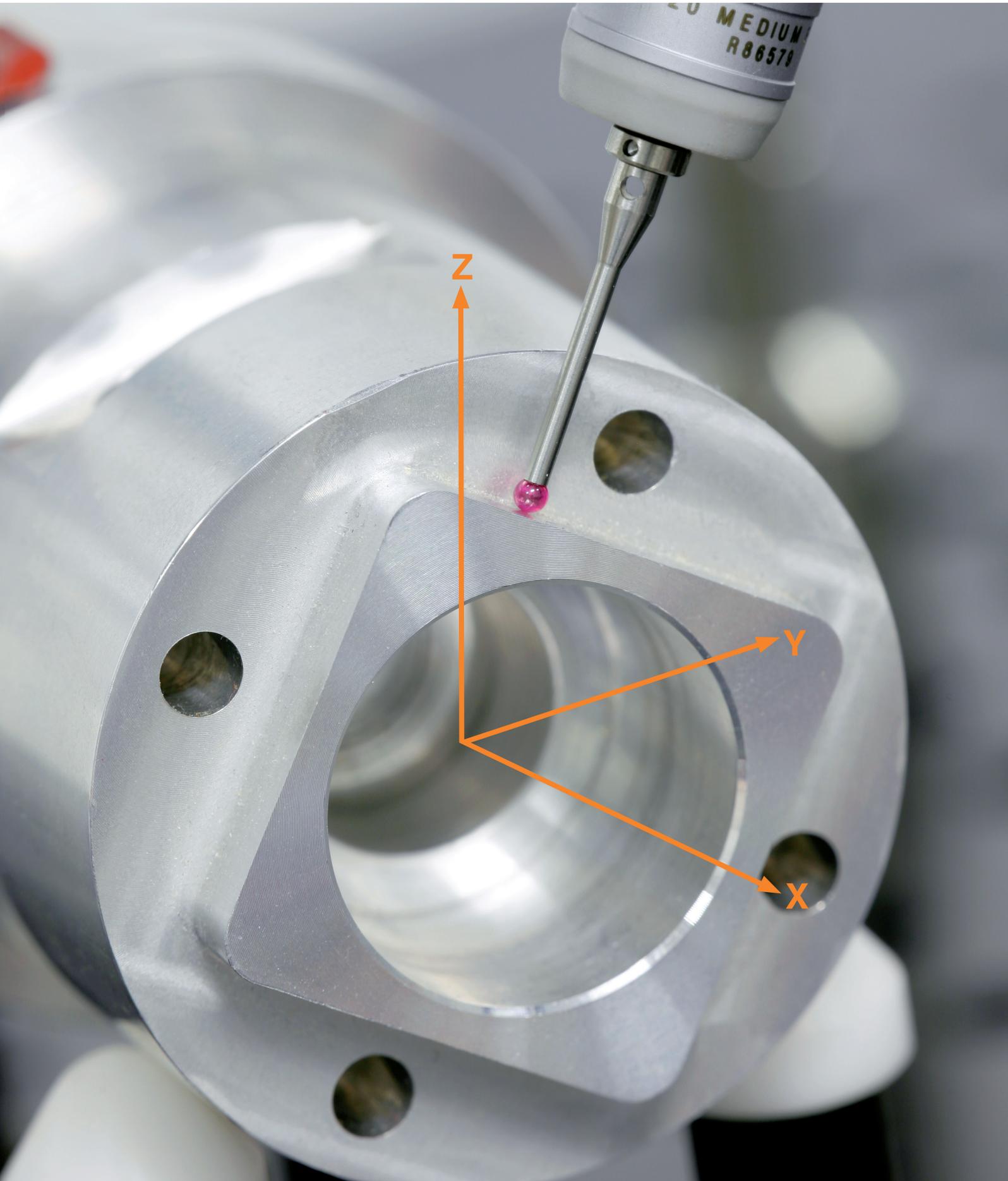
Cada toque gera um ponto que é definido usando valores de coordenadas em X, Y e Z. Característica, tamanho, forma e posição podem então ser calculados a partir desses pontos.

Em contraste, um apalpador por escaneamento faz leituras contínuas ao longo da superfície de uma peça. Softwares sofisticados usam esses dados para calcular o tamanho, a posição e a forma das características da peça.



A ponta é a primeira conexão com a peça.

É por isso que é vital que a ponta proporcione a maior exatidão possível no ponto de contato.

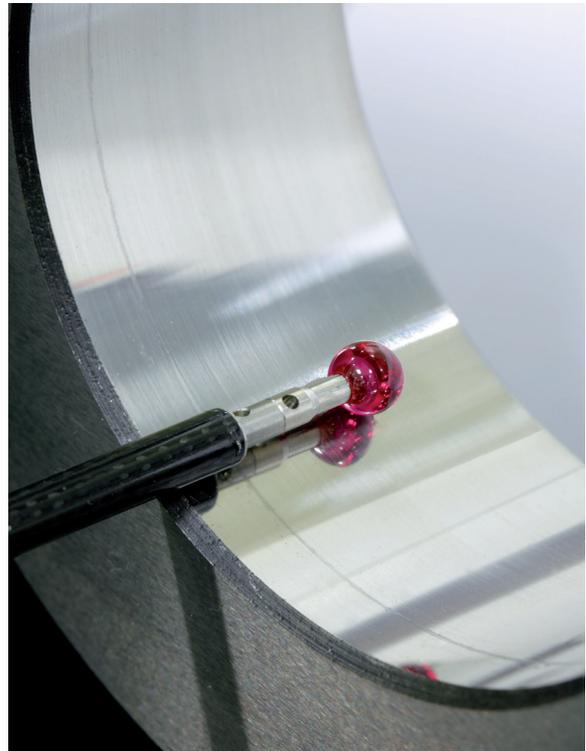


A importância das pontas nas medições de precisão

Os padrões de qualidade assegurada aumentaram drasticamente nos últimos anos. As empresas só podem permanecer competitivas se oferecerem estabilidade de processo de primeira classe e qualidade superior – e tudo isso o mais rápido possível. A garantia de qualidade e a tecnologia de medição por coordenadas desempenham um papel crucial nesses processos.

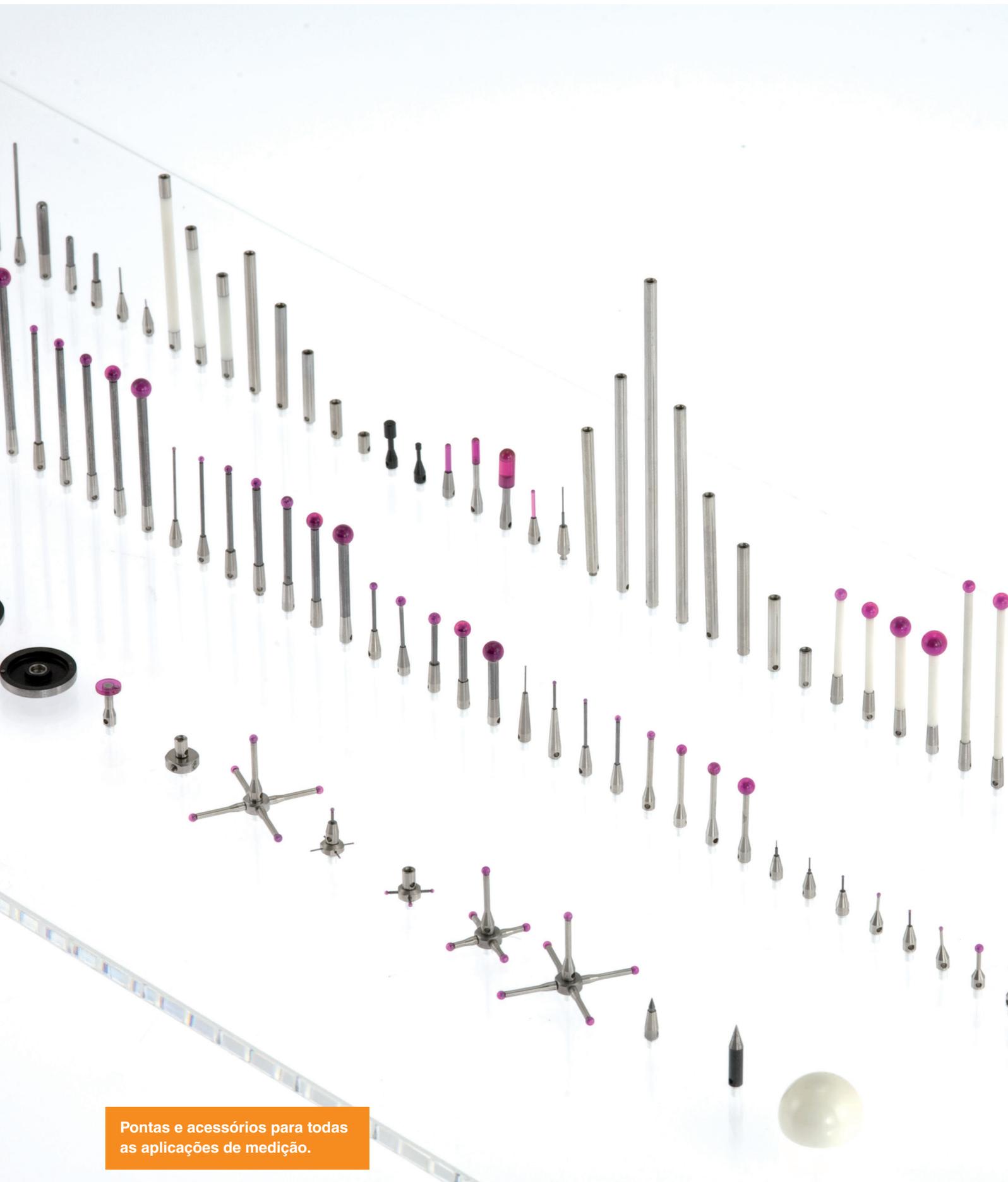
Para permanecerem competitivos, os fabricantes vêm atualizando continuamente suas máquinas de medição por coordenadas. As CMMs agora estão sendo integradas diretamente à fabricação como parte dos processos de produção e sistemas de escaneamento rápido e de alto desempenho garantem medições extremamente exatas dentro dos prazos mais curtos.

A Renishaw e seus sistemas de medição sempre estiveram na vanguarda desse desenvolvimento. A qualidade das pontas e acessórios desempenham um papel vital na tecnologia de medição industrial. É por isso que, neste manual, resumimos informações importantes sobre o assunto para seu benefício.



A Renishaw oferece uma linha abrangente de pontas de precisão para aplicações de metrologia.





Pontas e acessórios para todas as aplicações de medição.

Selecionando e usando as pontas

É muito importante selecionar a ponta mais adequada à sua aplicação de medição. Aqui descrevemos os principais tipos de pontas e acessórios, além dos principais parâmetros e propriedades dos materiais.

Rosca de conexão

- Em um nível básico, a escolha da ponta sempre se relaciona com a rosca de conexão no sensor da sua máquina de medição por coordenadas – geralmente M2, M3, M4 ou M5.
- Os sensores Renishaw funcionam com roscas de conexão.
- Os sensores ZEISS funcionam principalmente com roscas de conexão M5 e M3.
- As pontas podem ser usadas de forma muito flexível com a ajuda de adaptadores de rosca. Por exemplo, você pode usar pontas M2/M3/M4 em roscas de conexão do sensor M5.



M2



M3



M4



M5

Ao escolher uma ponta, a rosca de conexão é o fator decisivo

A Renishaw tem uma grande variedade de pontas e acessórios com todas as roscas de conexão para sensores e acessórios de todos os fabricantes, bem como pontas para apalpadores de máquinas-ferramenta CNC.



Adaptadores de rosca proporcionam flexibilidade.

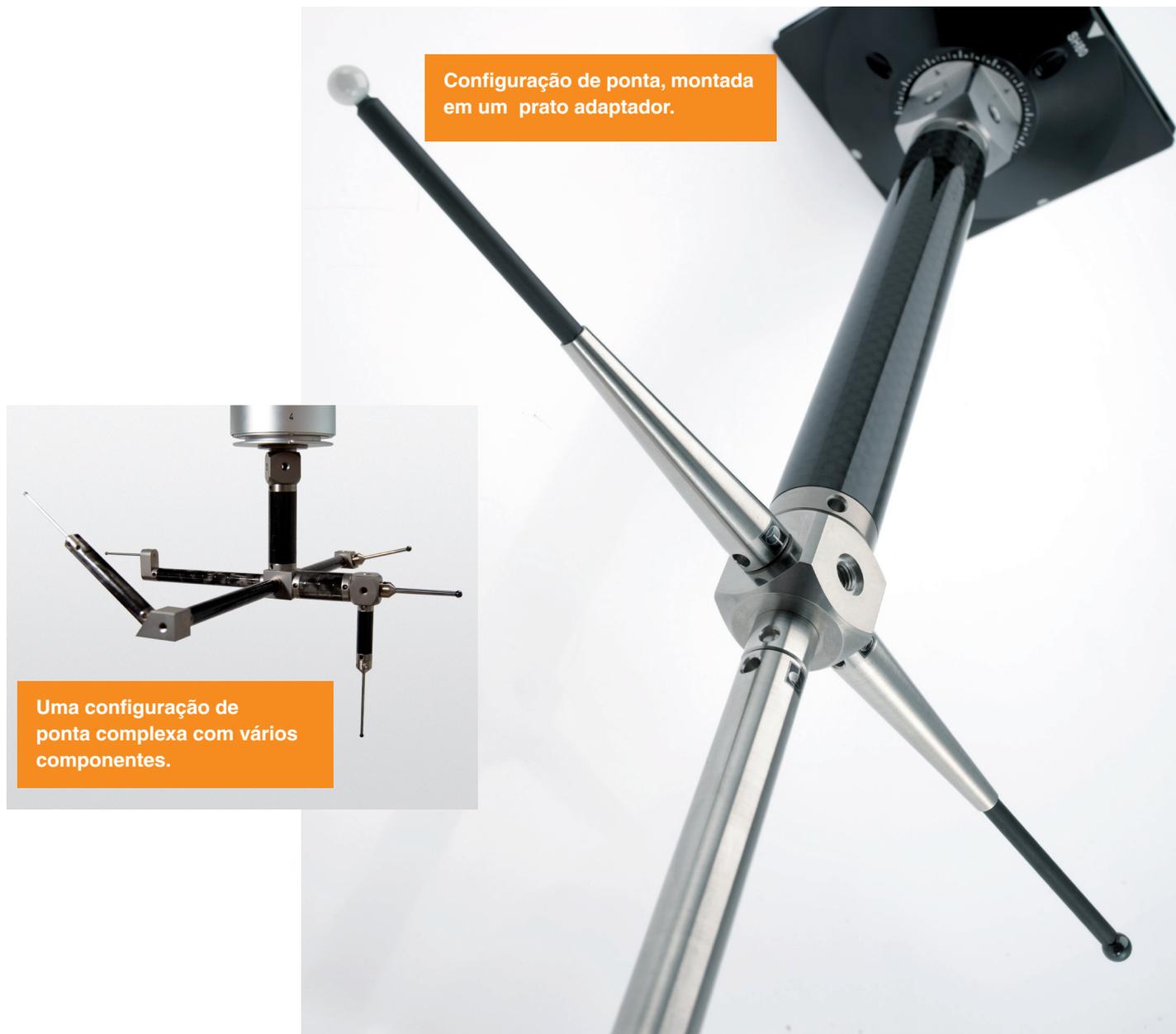
A geometria da peça determina a escolha do componente da ponta

Uma ponta deve ser capaz de alcançar facilmente todos os pontos de medição da peça. Você deve ser cuidadoso ao escolher os componentes da sua ponta, para que eles forneçam os critérios de inspeção e acessibilidade necessários para cada característica medida.

Se você quiser fazer todas as medições de uma peça em uma CMM equipada com um sensor fixo, geralmente precisará de várias pontas, montadas em diferentes orientações, exigindo componentes de pontas de diferentes formatos, extensões e articulações. A combinação de todos esses componentes é conhecida como configuração de ponta, que é montada em um prato adaptador.

A Renishaw produz componentes de ponta em uma variedade de materiais, para que você possa montar suas configurações de ponta de acordo com a aplicação de medição.

Ao montar a configuração da sua ponta, consulte a massa máxima especificada pelo fabricante do sensor. A massa máxima pode ser de até 500 gramas.



Tipos de pontas

A Renishaw oferece uma grande variedade de pontas e acessórios para que você possa realizar todas as suas medições com sucesso. Todos os componentes, incluindo as esferas das pontas, estão disponíveis em uma variedade de materiais.

Pontas retas

Pontas retas são o tipo de pontas mais simples e usado com mais frequência. Estão disponíveis hastes retas escalonadas ou cônicas. Pontas com hastes cônicas oferecem melhor rigidez quando a peça é acessível facilmente.

As esferas das pontas podem ser de rubi, nitreto de silício, zircônia, diamantadas, cerâmica ou carbeto de tungstênio.

Os suportes e hastes podem ser de uma série de materiais - titânio, carbeto de tungstênio, aço inoxidável, cerâmica e fibra de carbono.

Aplicação principal

Para características simples que podem ser acessadas diretamente.

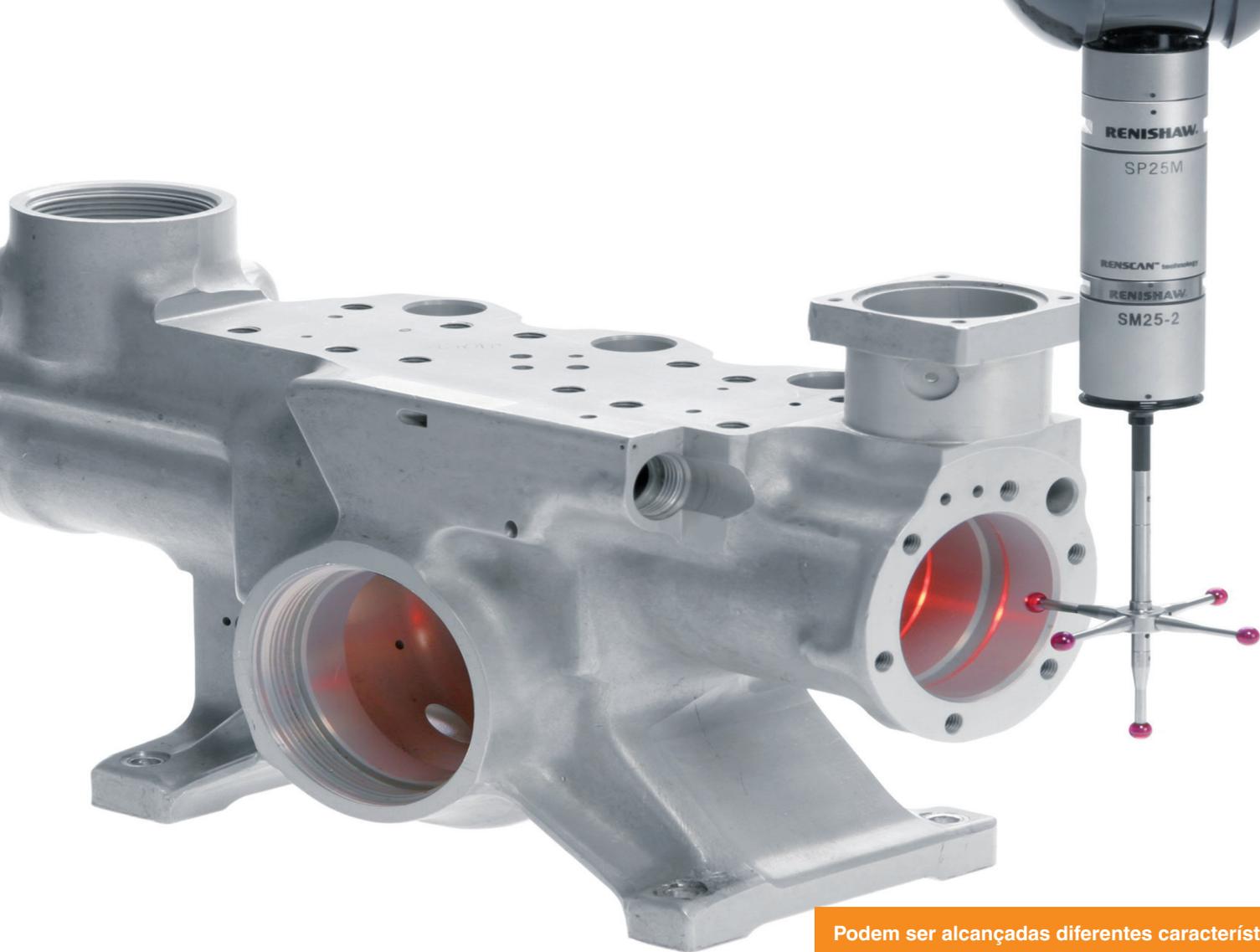
A direção do percurso de medição deve ser paralela aos eixos e em ângulo reto com a superfície da peça. Uma ampla linha de acessórios está disponível para alinhamento do apalpadores, por exemplo, para medir furos inclinados.



Para evitar que a ponta flexione, você deve usar a ponta mais curta possível, principalmente com sistemas de apalpador por contato.



Ponta reta, em ângulo reto em relação à superfície da peça.



Podem ser alcançadas diferentes características com somente uma configuração de ponta.

Pontas estrela

Estas são configurações de pontas com várias pontas fixas. As esferas são feitas de rubi, nitreto de silício ou zircônia. Você pode configurar a sua própria ponta em estrela utilizando os centros para ponta para montar até cinco componentes.

Ponta estrela com cinco pontas fixas.



Medindo um perfil interno complexo.

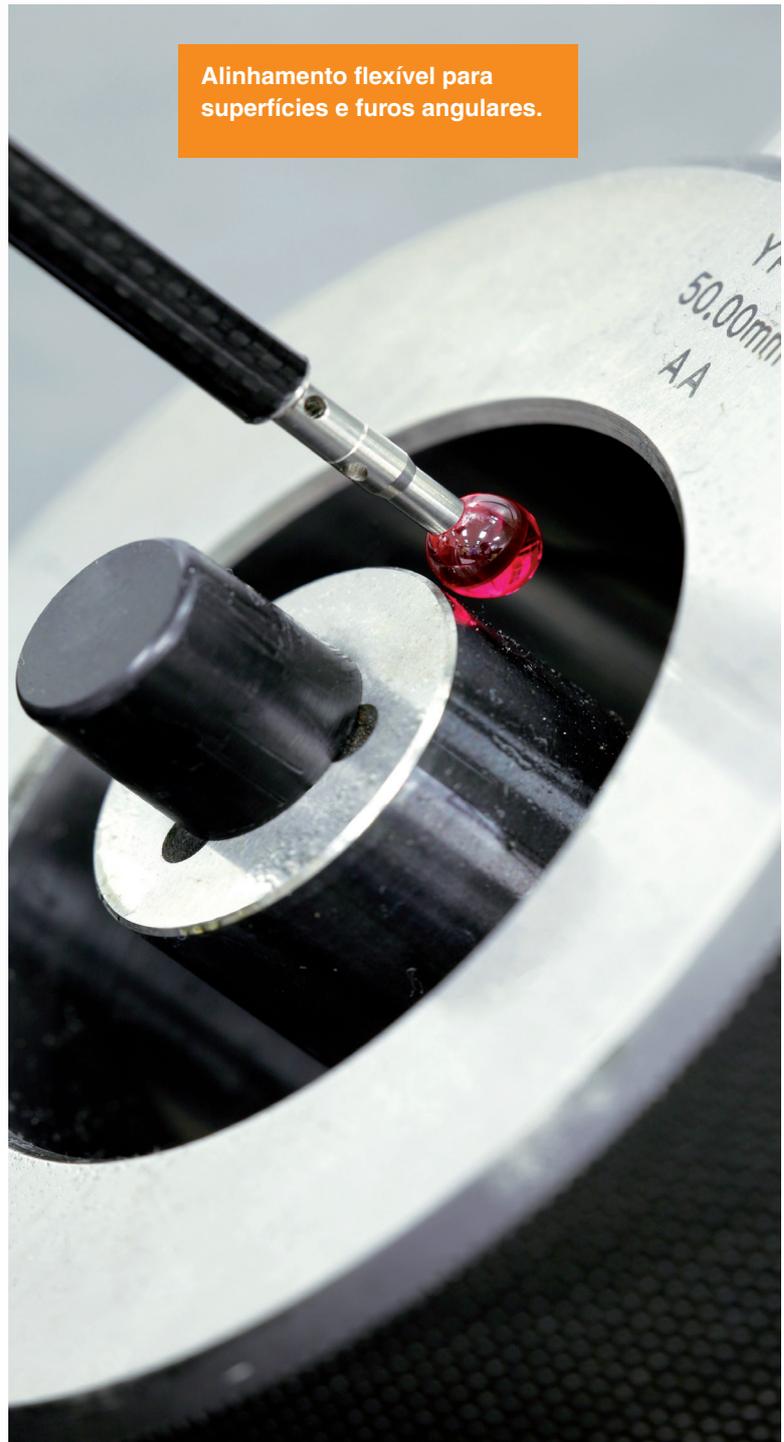
Pontas articuladas

Este é um acessório de fixação que pode ser utilizado para ajustar as pontas em um ângulo requerido.

Aplicação principal

Para superfícies e furos angulares esta configuração proporciona flexibilidade, permitindo o contato com diferentes características sem a necessidade de trocar a ponta.

Alinhamento flexível para superfícies e furos angulares.



Pontas disco

Estas pontas são "seções" de esferas de elevada esfericidade e estão disponíveis em vários diâmetros e espessuras. Montados em uma haste roscada, os discos são feitos de aço, cerâmica ou rubi. São características da série o ajuste da posição e a possibilidade de adicionar uma ponta no centro do disco. Isso as torna particularmente flexíveis e fáceis de usar.

Aplicação principal

Estas pontas são usadas para inspecionar rebaxos e ranhuras dentro de furos que são inacessíveis com uma ponta estrela. A medição com a "borda esférica" de um disco é efetivamente o mesmo que medir sobre ou ao redor da linha de centro com uma esfera grande. No entanto, apenas uma pequena área da superfície da esfera fará o contato, portanto discos mais finos requerem um alinhamento angular para assegurar o contato correto com a característica a ser medida.



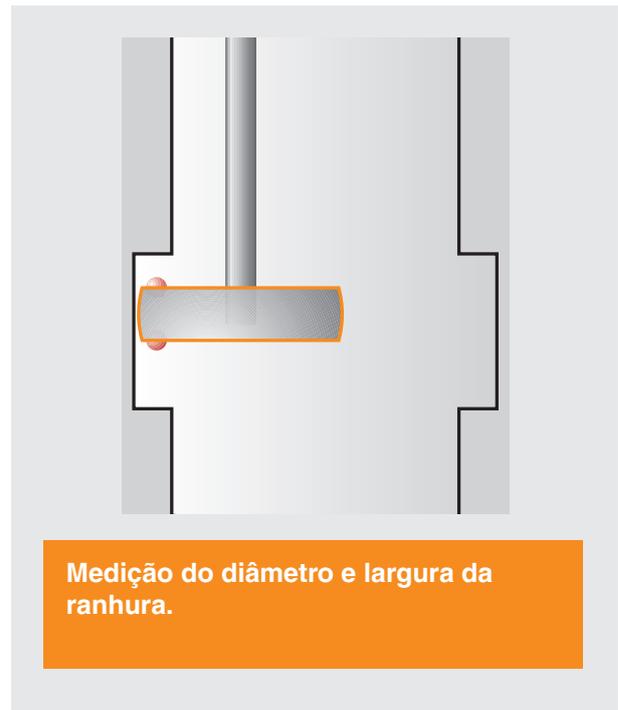
O disco requer calibração para apenas um diâmetro, mas isso limita a medição às direções X e Y somente. A adição de um pino permite que seja efetuado o referenciamento e portanto a medição na direção Z, desde que o centro do pino se estenda para além do diâmetro do palpador. O pino pode ser referenciado em uma esfera ou bloco padrão. Girando e fixando o disco ao redor do seu centro permite que o pino seja posicionado para adequar-se à aplicação.

Pontas disco semiesférica

Essas pontas têm uma meia esfera, ou pino, montada em cada face do disco, tanto abaixo quanto acima, o que garante o contato pontual na direção Z.

Aplicação principal

Rebaixos, furos escalonados e ranhuras dentro de furos. Usando os hemisférios acima e abaixo, você também pode medir na direção Z, por exemplo, para medir a largura de uma ranhura.



Pontas cilíndricas

As pontas cilíndricas são feitas de carbeto de tungstênio, rubi ou cerâmica.

Aplicação principal

Para medir chapas de metal, peças prensadas e peças finas, quando o contato apropriado não pode ser garantido com pontas esféricas. Pontas cilíndricas com extremidade esférica permitem referenciamento pleno e medição nas direções X, Y e Z, permitindo assim inspeções de superfícies.

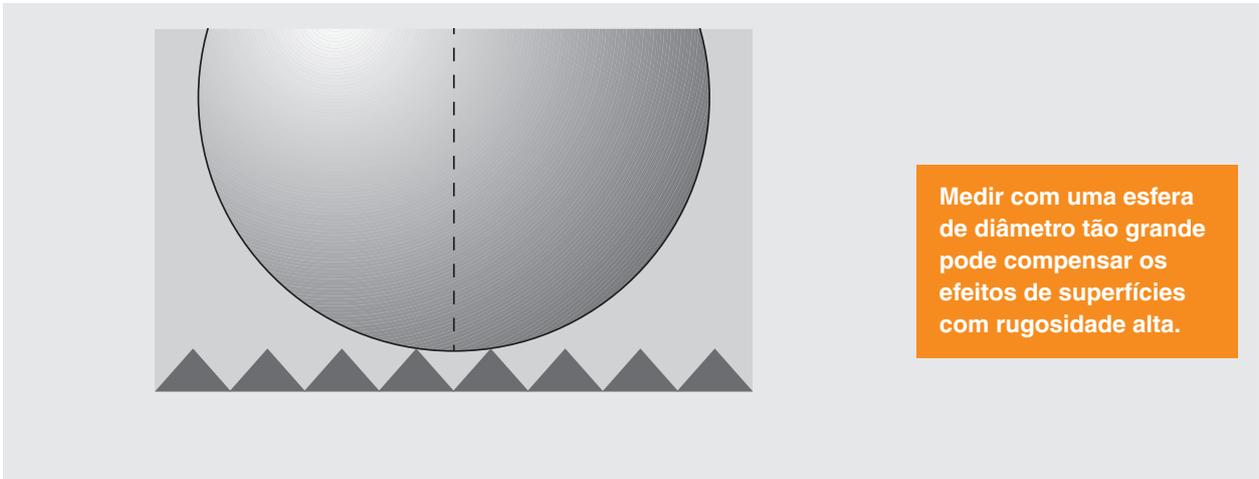


Pontas hemisféricas em cerâmicas

Sua vantagem é que elas têm um grande diâmetro efetivo com peso mínimo.

Aplicação principal

Para a medição de características e furos profundos. Apropriadas também para o contato com superfícies irregulares, visto que a irregularidade é filtrada mecanicamente pelo grande diâmetro da superfície. Além disso, o diâmetro externo de várias características com rosca pode ser inspecionado utilizando o mesmo método.



Pratos de adaptação

Se você precisar medir certas características repetidamente, é uma boa ideia configurar as pontas necessárias em pratos adaptadores.

Você pode armazenar os pratos adaptadores montados em gabinetes de pontas ou magazines na CMM e usá-las quando necessário. Sempre que você fizer uma alteração, não há necessidade de recalibrar o apalpador, você pode começar a medir imediatamente. Com um magazine de apalpadores, até mesmo as peças altamente complexas podem ser medidas no modo CNC.



Acessórios

Os acessórios são úteis para adaptar os componentes do apalpador com mais precisão a tarefas de medição específicas. Consulte nosso catálogo de produtos para obter dados completos sobre nossa ampla linha.

Corpos, cubos

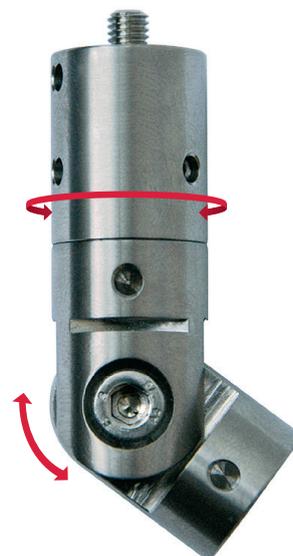
Combine para criar configurações específicas de pontas.



As articulações devem ser extremamente estáveis e usinadas com exatidão para garantir que a força de medição não altere a posição da extremidade da ponta durante a medição. A qualidade do projeto e dos materiais é vital.

Articulações

O alinhamento angular do componente do apalpador para fazer contato vertical com superfícies angulares da peça ou furos angulares.

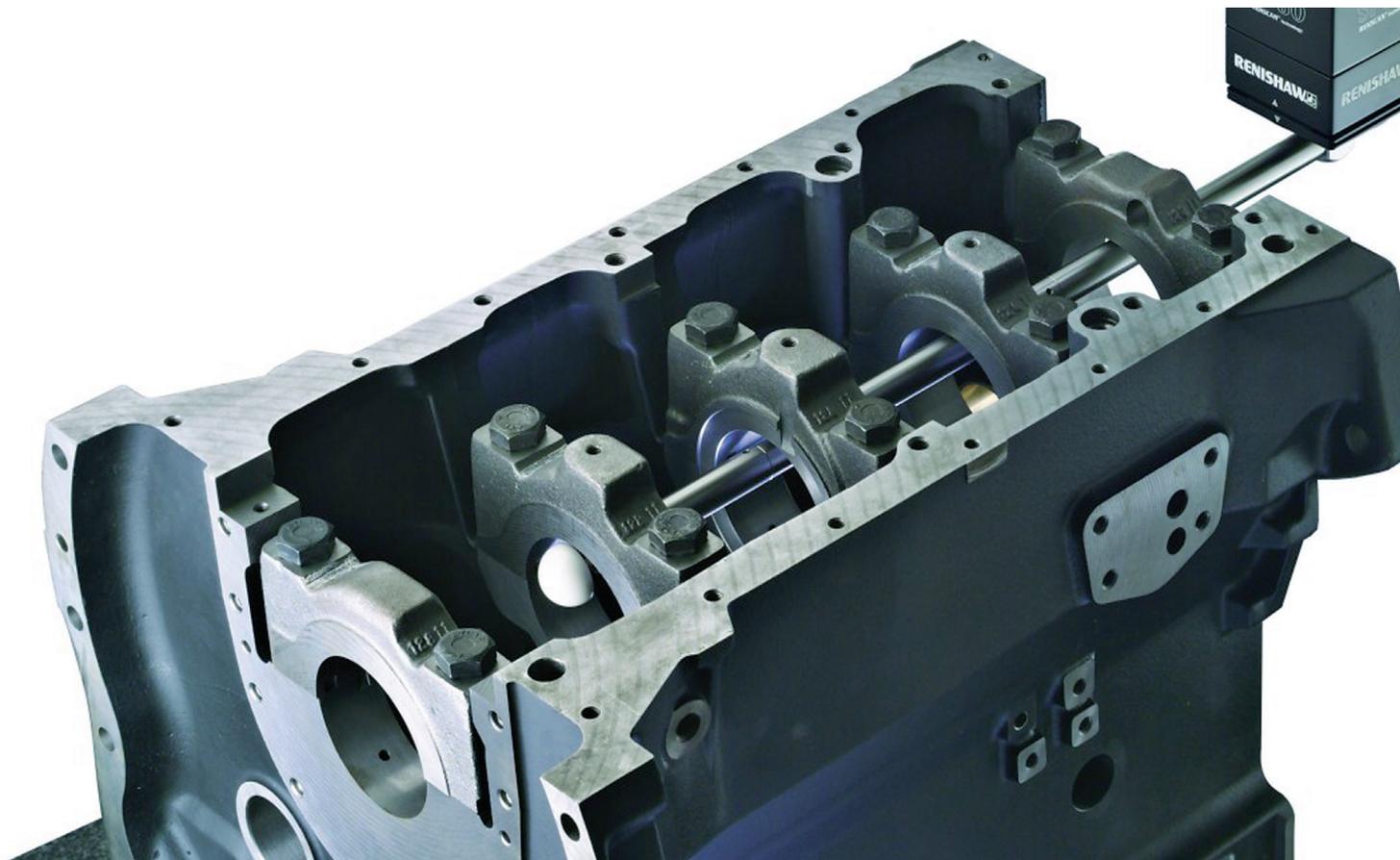


Extensões

A Renishaw fabrica uma ampla linha de extensões em diferentes comprimentos e materiais – aço, titânio, alumínio, cerâmica e fibra de carbono.

Aplicação principal

Extensões são usadas para medir características e furos muito profundos ou para medir pontos de difícil acesso.



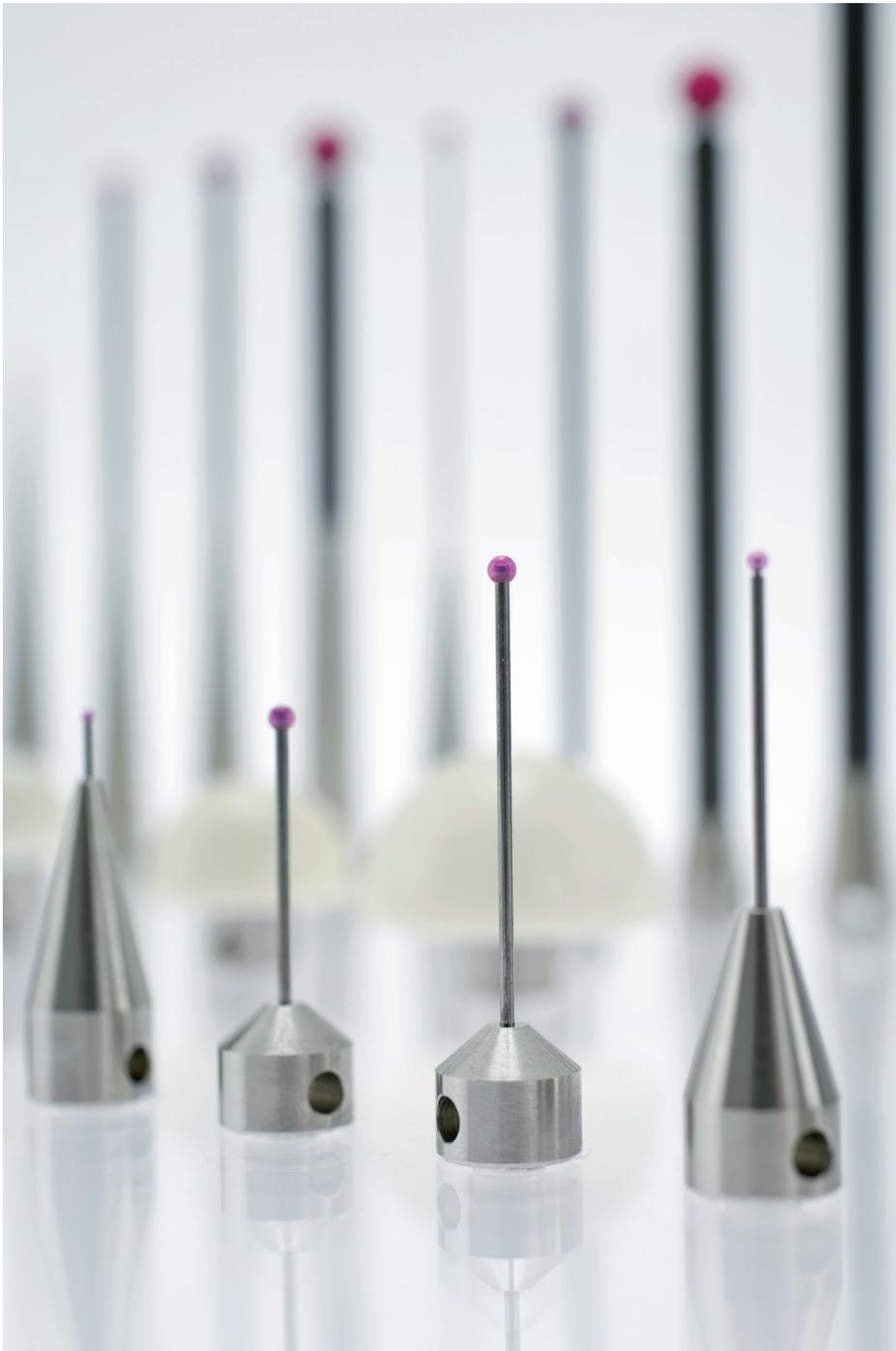
Materiais usados para componentes de pontas Renishaw

Nossa linha de produtos usa uma grande variedade de combinações de materiais.

Todos os materiais utilizados em metrologia são descritos abaixo.

Suportes

A haste da ponta é presa a um suporte rosqueado. Aço e titânio são os materiais ideais para suportes. O titânio é melhor para reduzir o peso em pontas M5 grandes.



Haste

A haste deve ser projetada para máxima rigidez para minimizar a flexão durante a medição.

Carbeto de tungstênio

Proporciona rigidez excepcional, especialmente com diâmetros de haste pequenos e apalpadores escalonados.

O peso deve ser considerado em caso de hastes de grande diâmetro e pontas longas. Ideal para a maioria das aplicações padrão.

Cerâmica

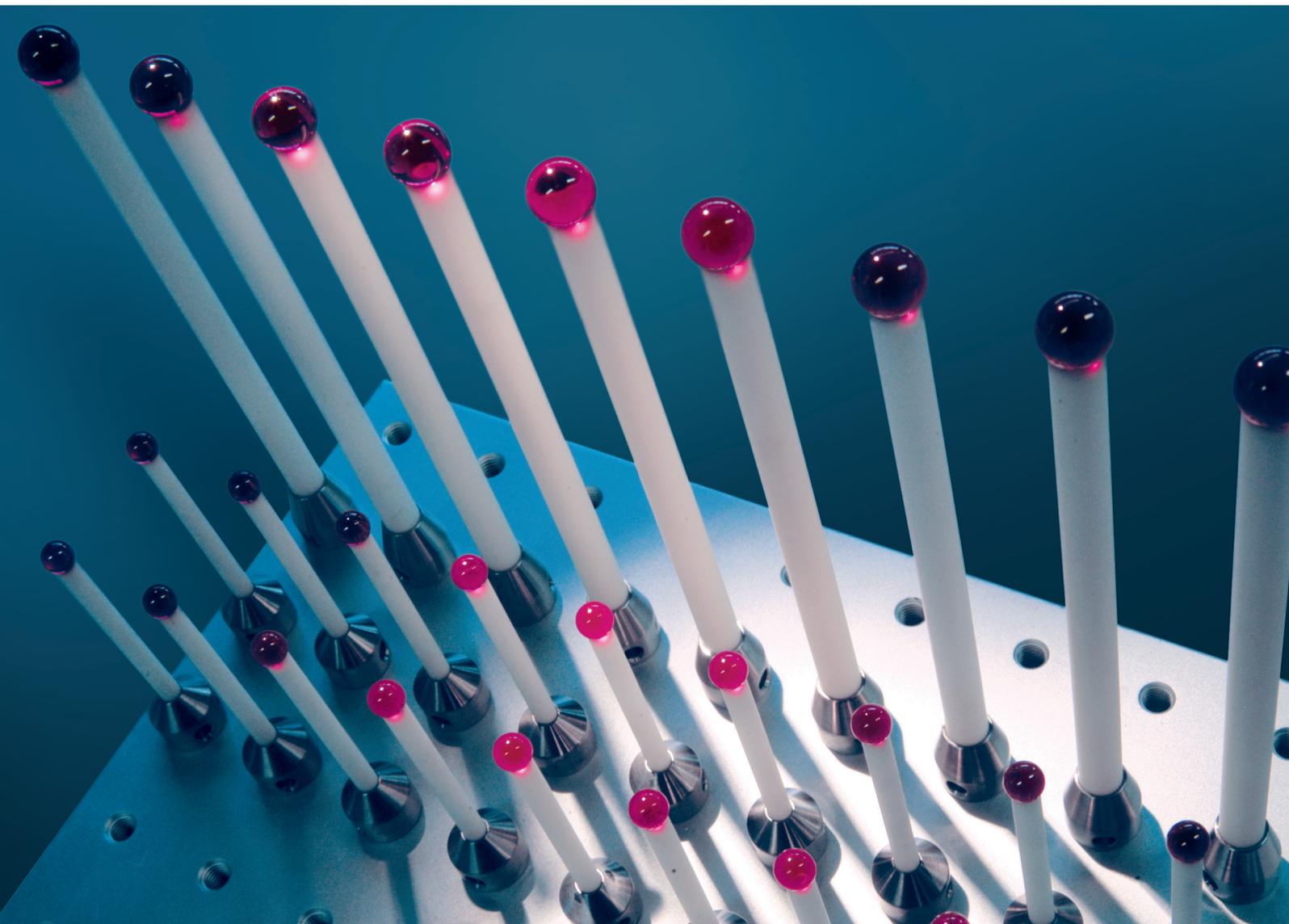
Devido à sua leveza, a cerâmica é usada principalmente para pontas longas. É termicamente estável, ideal para aplicações em ambientes de produção. Também pode ser usada como proteção contra quebra em aplicações de máquinas-ferramenta.

Aço

Para pontas com rigidez superior em aplicações padrão onde o peso não é um problema.

Fibra de carbono (termicamente estável)

Também é ideal para pontas longas, pois as pontas de fibra de carbono pesam cerca de 20% das pontas de carbeto de tungstênio. Sua estabilidade térmica também é vantajosa, principalmente em pontas muito longas, o que a torna adequada para a utilização em um ambiente de produção.



Parâmetros para materiais de extensões / pratos com extensões

Os parâmetros são semelhantes aos da haste da ponta.



Carbeto de tungstênio

Hastes de carbeto resistentes à deflexão para todas as aplicações padrão em temperatura ambiente estável; principalmente para uso em um ambiente controlado.



Aço

Extensão com rigidez superior em aplicações padrão onde o peso não é um problema.



Alumínio

Muito leve, ideal para extensões, mas somente em um ambiente estável com ar condicionado, devido à sua dilatação térmica.



Cerâmica

Leve, sólida e termicamente estável; para uso em aplicações relacionadas à produção.



Fibra de carbono

Termicamente estável com massa reduzida; ideal para extensões longas sujeitas a variações de temperatura.



Titânio

Muito leve e termicamente estável, com boa rigidez à flexão em comparação ao alumínio; adequado para extensões longas.



Materiais para conectar componentes

Titânio

Fornecemos os acessórios M5 maiores, como articulações e cubos, em titânio para manter os produtos bem leves.



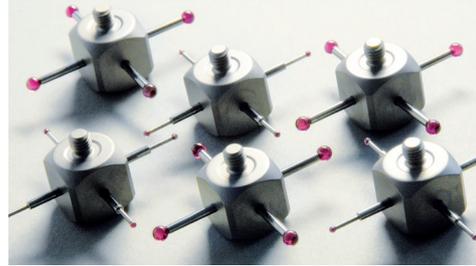
13 g



11,2 g

Aço

Os produtos menores geralmente são feitos de aço inoxidável.



Os materiais aqui apresentados afetam o preço do produto. No entanto, ao escolher suas pontas e componentes associados, sempre deve ser dada prioridade à aplicação de medição e às condições ambientais. Medições incorretas desperdiçam tempo e dinheiro!

Escolha do material para componentes e acessórios de pontas

Os principais critérios na escolha de um material são:

- condições ambientais
- comprimento/rigidez à flexão
- massa permitida pelo fabricante do apalpador

Variações de temperatura podem causar sérios erros de medição.

Se você estiver operando sua CMM em uma área com ar condicionado a uma temperatura estável de 20 °C, esse efeito geralmente não ocorre (exceto em extensões extremas). De outro modo, flutuações na temperatura sempre causam dilatação térmica significativa e alterações no comprimento do componente ou extensão do apalpador, levando a erros de medição, a menos que sejam compensadas.



Pequenas diferenças de temperatura podem causar erros de medição. Você pode minimizar esses erros, escolhendo o material correto para a haste da ponta ou extensão.

Extensão muito longa, feita de fibra de carbono.



Calculando alterações no comprimento

As alterações no comprimento dependem da alteração de temperatura, do comprimento da haste da ponta utilizada e da dilatação do material.

A alteração do comprimento é calculada por

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta t$$

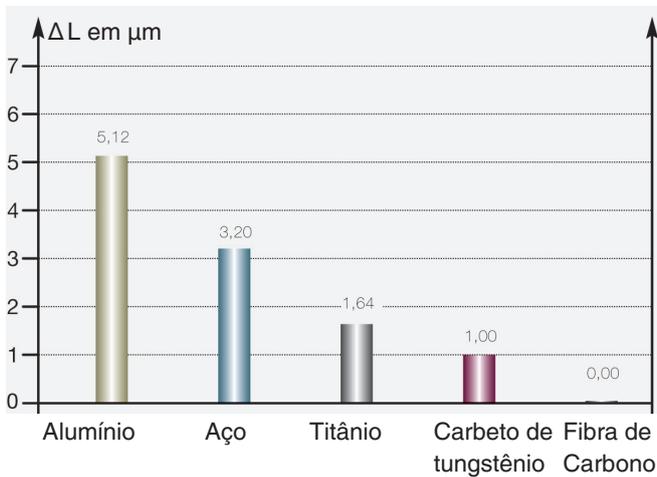
ΔL = alteração do comprimento

L = comprimento do apalpador

α = coeficiente de dilatação

Δt = diferença de temperatura

Aumento do comprimento devido a temperatura em μm com uma extensão de apalpador de 200 mm e uma diferença de temperatura de 1 K.

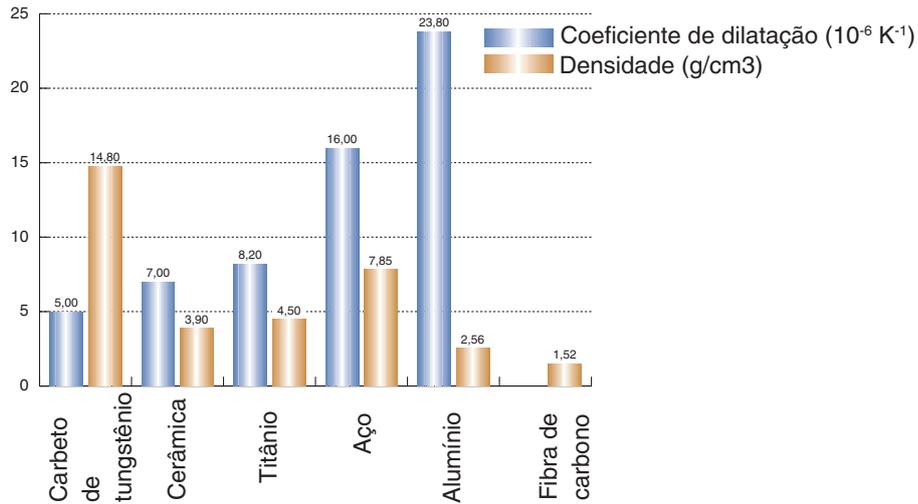


Lembre-se de que você está medindo na faixa de μm !

Comparação de materiais Coeficiente de expansão/massa

Material	Dilatação térmica	Densidade (g/cm^3)
Carbetto de tungstênio	$5,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	14,8
Cerâmica	$7,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	3,9
Titânio	$5,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	4,5
Aço	$16,0 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	7,85
Alumínio	$23,8 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	2,56
Fibra de Carbono	$\sim 0,4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	1,52

Aumento do comprimento devido a temperatura em μm com uma extensão de apalpador de 200 mm e uma diferença de temperatura de 1 K.



Há grandes variações em termos de dilatação térmica e peso entre os diferentes materiais.

A fibra de carbono oferece a combinação ideal de massa mínima e maior estabilidade de temperatura.

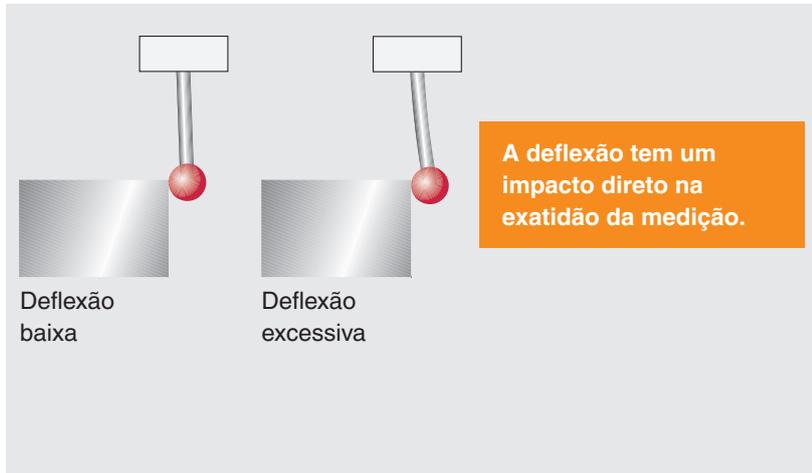
Você deve sempre usar fibra de carbono para extensões muito longas, pois nesses casos até mesmo pequenas diferenças de temperatura podem causar grandes erros de medição.



Rigidez à flexão

A haste da ponta deve ser projetada para máxima rigidez. Durante a medição, ocorrem forças de medição que não devem fazer com que a ponta flexione excessivamente, pois isso pode impactar diretamente na incerteza de medição da máquina; particularmente em medições dinâmicas (escaneamento) que medem simultaneamente em todas as direções.

Conclusão: as pontas devem ser o mais rígidas possível.



Comparação da rigidez à flexão dos materiais

Na tecnologia dos materiais, o módulo de elasticidade é uma característica do material que descreve a relação entre tensão e dilatação quando um corpo sólido é deformado. À medida que o valor do módulo de elasticidade aumenta, maior é a resistência que o material apresenta à deformação. Portanto, um material com alto módulo de elasticidade é rígido, enquanto um material com baixo módulo de elasticidade é flexível.

Material	Módulo E em kN/mm ²
Carbeto de tungstênio	620
Aço	200
Alumínio	70
Titânio	150
Cerâmica	300 – 400
Fibra de carbono	≥ 450



Selecionando e usando as pontas

A escolha do material da esfera depende da estratégia de medição e do material da peça. Tenha em mente a classificação de qualidade da esfera – a Renishaw usa apenas esferas na categoria de precisão máxima, classe 3 a classe 5.

Rubi



O padrão da indústria e o material ideal para esferas de ponta para a grande maioria das aplicações de medição. O rubi é um dos materiais mais duros que se conhece. Existem poucas aplicações em que o rubi não é o material de esfera ideal.

Nitreto de silício



Uma cerâmica muito dura e resistente ao desgaste que pode ser usinada em esferas de alta precisão. Também pode ser polida até atingir um acabamento superficial extremamente liso. Suas aplicações são mais limitadas ao alumínio.

Zircônia

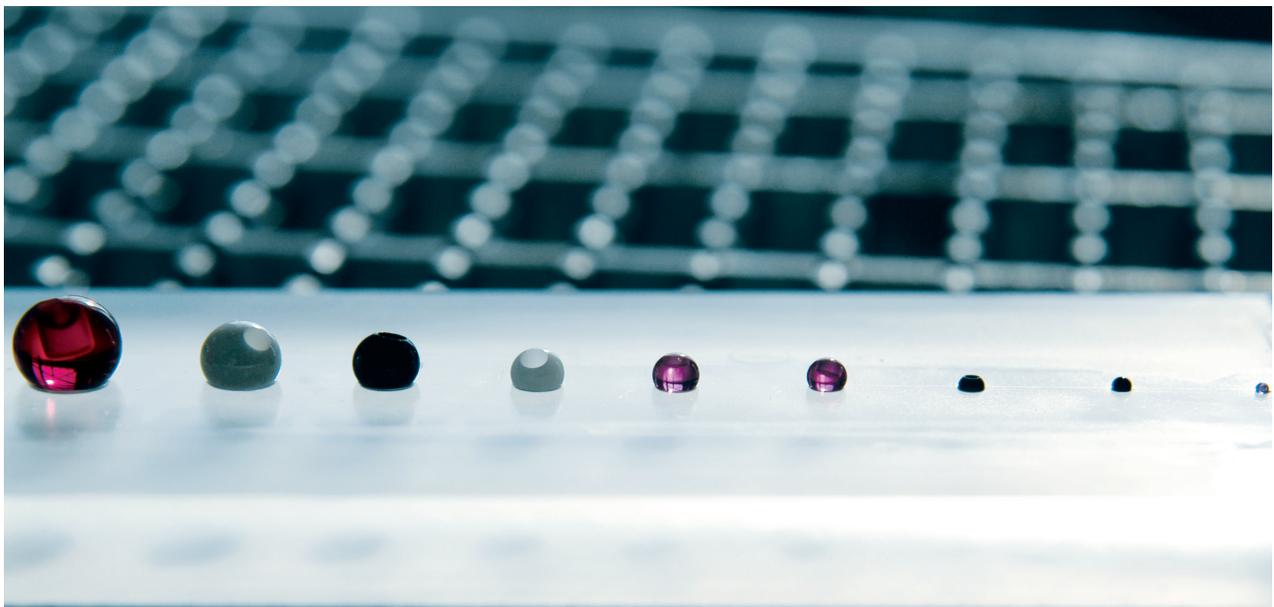


Um material cerâmico particularmente resistente, com características de dureza e desgaste próximas às do rubi. Suas propriedades superficiais o tornam um material ideal para aplicações agressivas de escaneamento sobre peças de ferro fundido.

Diamante OPTIMUM™



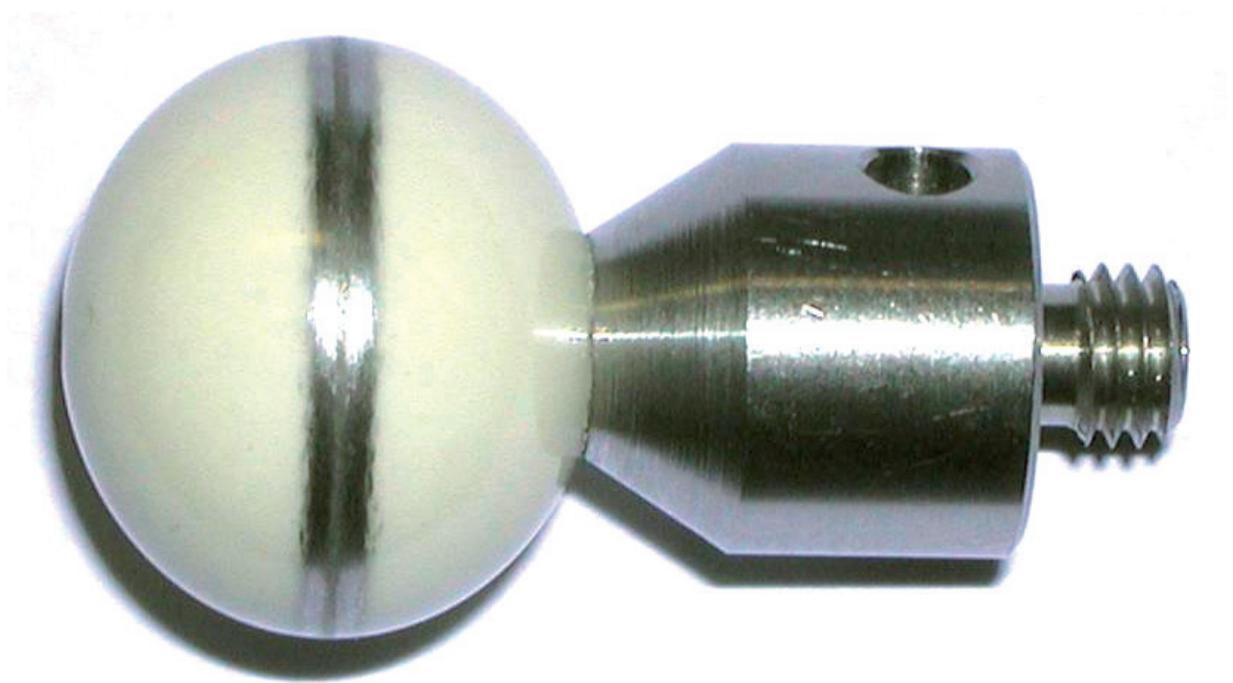
As esferas de cerâmica são revestidas com diamante até uma espessura de aproximadamente 0,015 mm e são em seguida polidas em um processo altamente complexo. Esferas revestidas com diamante manterão a sua circularidade e não sofrerão acúmulo de material ou desgaste prematuro ao escanear uma peça.



Notas sobre escaneamento

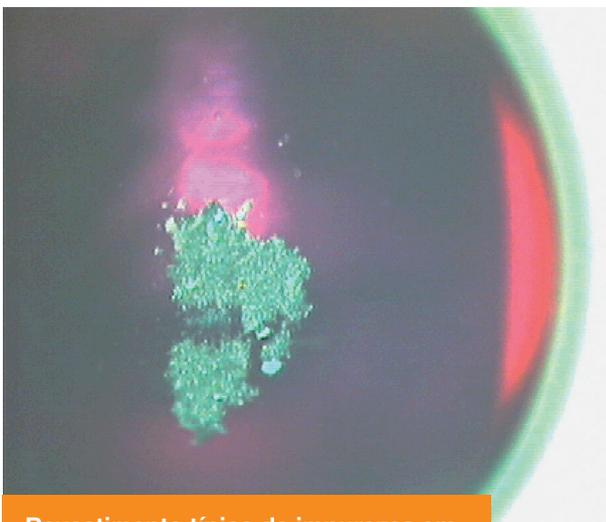
Nas medições de pontos, a esfera entra em contato com a superfície da peça apenas brevemente. O escaneamento é diferente, uma vez que a esfera desliza sobre a superfície da peça, fazendo contato contínuo.

O desgaste da ponta esférica e os depósitos deixados pelo escaneamento podem afetar as medições.

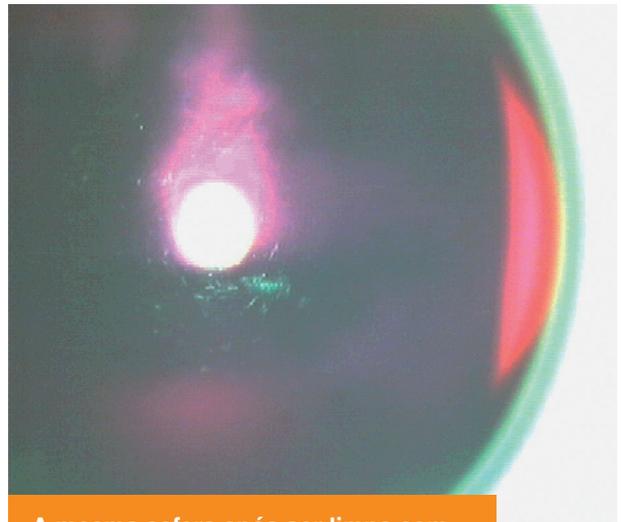


Impurezas

Em todos os ensaios com esferas houve a formação de depósitos de materiais nas superfícies das esferas. Recomenda-se que, entre inspeções, as esferas sejam limpas com pano seco e sem fiapos para remover os resíduos.



Revestimento típico de impurezas em uma esfera de rubi após 350 metros de escaneamento.



A mesma esfera após ser limpa com um pano seco e sem fiapos.

Desgaste abrasivo

Escaneamento de materiais abrasivos

Se por exemplo, forem medidas peças de ferro fundido, tanto a ponta esférica quanto a superfície da peça podem sofrer desgaste abrasivo. Partículas minúsculas de resíduos podem causar arranhões finos na ponta esférica e na superfície da peça. Recomendamos para essas aplicações as pontas com esfera de zircônia para minimizar esses efeitos.

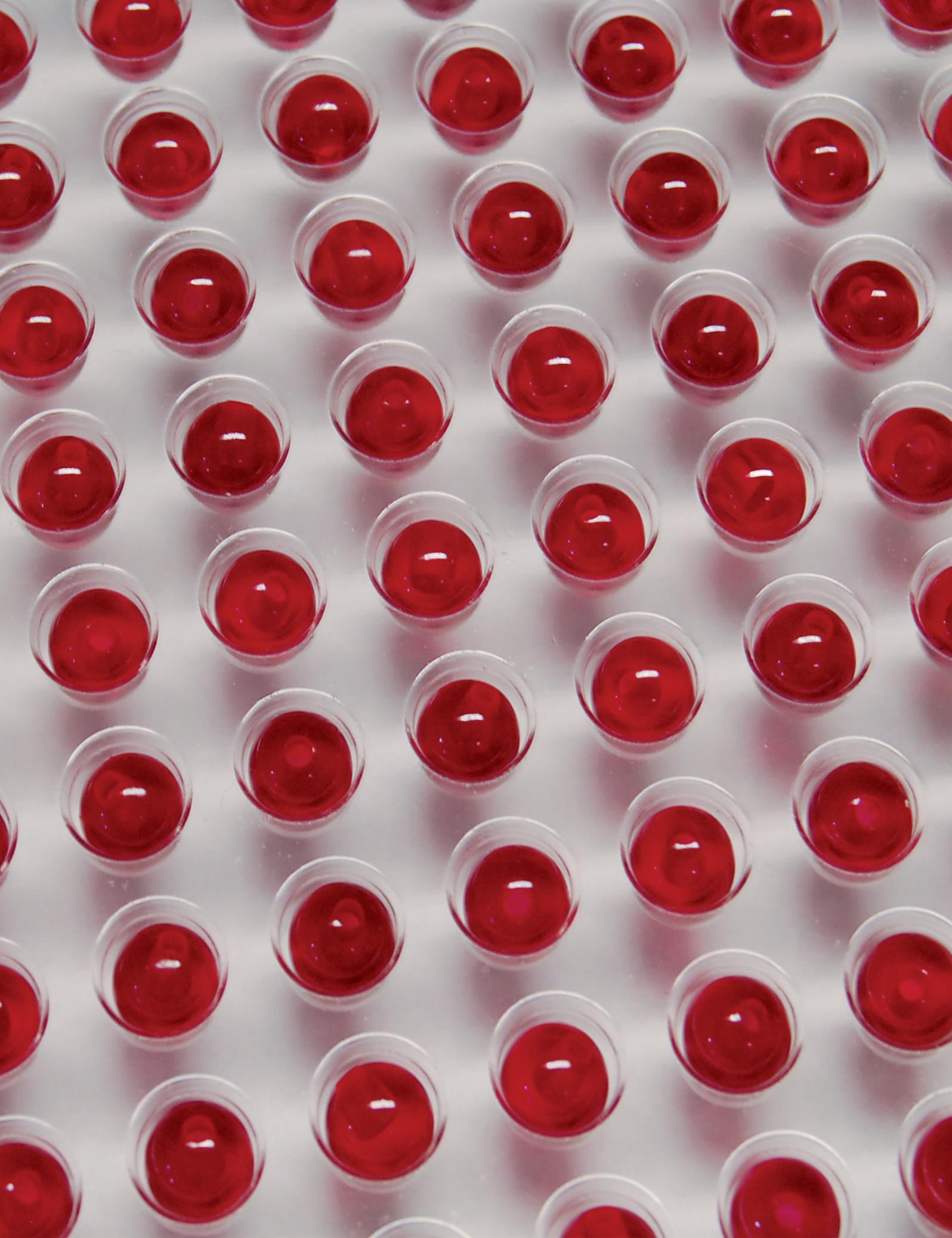


Desgaste adesivo

Escaneamento de peças de alumínio

Ao usar uma esfera de rubi para escanear uma superfície de alumínio, os dois materiais atraem um ao outro. Geralmente o material mais macio é transferido para o mais duro. Ou seja, formam-se depósitos de alumínio na superfície da esfera, que se tornam visíveis somente após 100 metros de medição contínua com um mesmo ponto de contato na esfera da ponta. Para essas aplicações, recomendamos pontas esféricas de nitreto de silício.



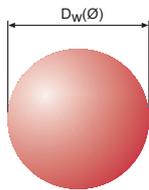


Precisão da esfera (classe)

A classe de uma esfera é uma classificação que descreve a classe de precisão da esfera usada. As classes de precisão variam de classe 48 (a de precisão mais baixa) a classe 3 (a mais alta). A Renishaw usa esferas da classe 3 e 5.

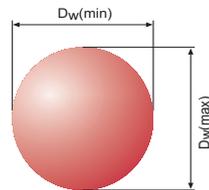
Tabela das classes de precisão

Classe	Desvio do \varnothing	Circularidade
20	$\pm 0,50 \mu\text{m}$	$0,50 \mu\text{m}$
16	$\pm 0,40 \mu\text{m}$	$0,40 \mu\text{m}$
10	$\pm 0,25 \mu\text{m}$	$0,25 \mu\text{m}$
5	$\pm 0,13 \mu\text{m}$	$0,13 \mu\text{m}$
3	$\pm 0,08 \mu\text{m}$	$0,08 \mu\text{m}$



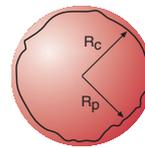
Diâmetro nominal da esfera D_w

O valor do diâmetro usado para identificar o tamanho da esfera.



Desvio do \varnothing

A diferença entre o maior e o menor diâmetro de uma esfera.

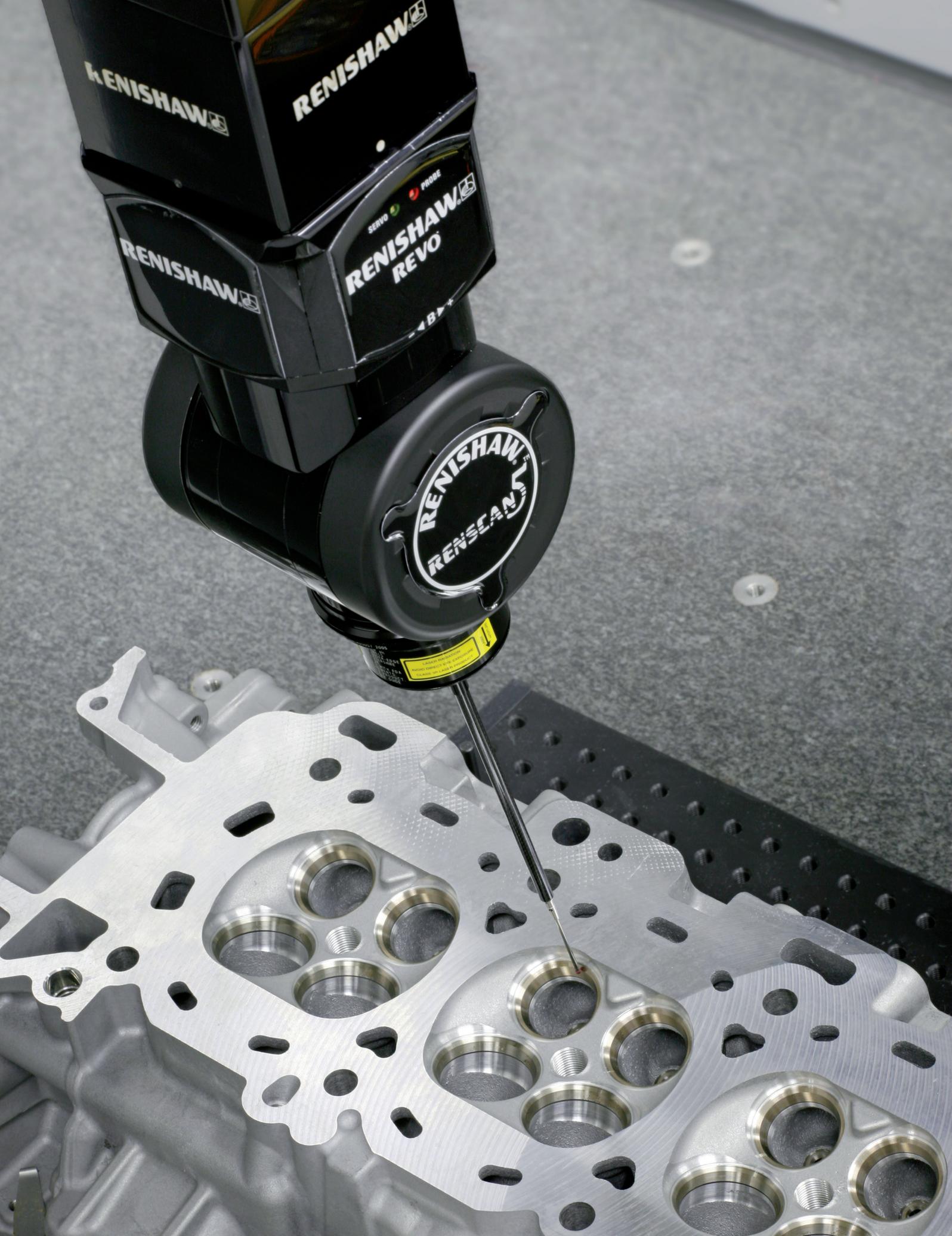


Desvio de rugosidade

A maior distância radial em qualquer plano radial entre uma esfera circunscrita à superfície da esfera e qualquer ponto na superfície da esfera.

O desvio de circularidade (erro de forma da esfera) impacta diretamente nas medições.

As tolerâncias de diâmetro são quase insignificantes para metrologia 3D porque o centro efetivo da ponta esférica e o diâmetro são estabelecidos durante o processo de calibração.



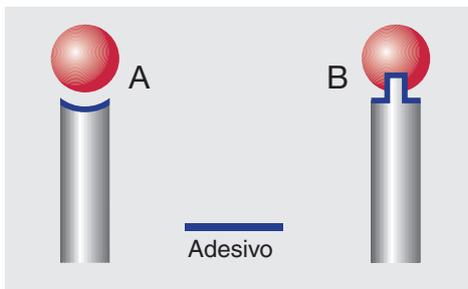
Montagem Conjunto de esfera em rebaixo copo ou pino

Existem duas opções para conectar a haste à esfera: rebaixo convexo ou pino.

A maioria das pontas Renishaw são fabricadas usando o projeto de montagem com pino. Isso significa que fazemos furos nas esferas de até 0,5 mm de diâmetro, retificamos pinos nas hastes eixos e colamos as esferas no pino.

A vantagem é clara: a conexão é tecnicamente superior em termos de engenharia e, principalmente em hastes finas, há uma área de colagem maior. Principalmente em hastes finas, devido à área de colagem limitada, os métodos convencionais de colagem podem fazer com que a esfera se separe rapidamente da haste, mesmo quando é exercida uma força mínima.

Nossas pontas Classe 3 (desvio de forma esférica de $0,08 \mu\text{m}$) são construídas usando uma esfera não perfurada colada em uma superfície convexa. Investigações sobre o efeito do projeto e construção de pontas utilizando uma esfera de altíssima exatidão indicaram que a forma da esfera pode ser degradada usinando-se um furo na mesma e pela distorção causada pela colagem em um pino. As medições efetuadas antes e após a montagem mostraram que a forma da esfera permanece dentro da especificação ao longo do processo. Devido aos limites da capacidade de medição e da resistência da conexão, as pontas esféricas de classe 3 estão disponíveis com um diâmetro mínimo de 1 mm.

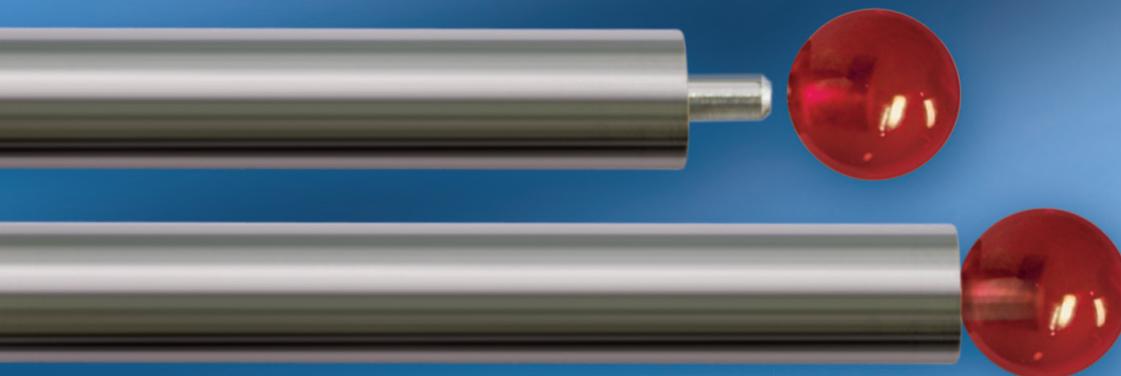


A: Conexão convexa, área de colagem menor

B: Conexão por pino, área de colagem maior e segurança devido ao pino.

É importante que o fabricante garanta os comprimentos dos pinos e as profundidades dos furos. Se o furo for muito profundo, o ar fica preso e as esferas se soltam muito rapidamente ao medir na direção Z.

Se o pino for muito longo, o fundo do furo se torna côncavo ou esférico, causando bolsas de ar e falta de estabilidade.



As esferas montadas no pino garantem estabilidade de primeira classe e uma longa vida útil.

Calibração das pontas

Antes de iniciar as medições, é crucial calibrar com exatidão o apalpador para todos os seus procedimentos de medição. Para obter resultados exatos devem ser determinadas as dimensões efetivas dos componentes do apalpador. Estes valores são armazenados no controlador/computador da CMM.

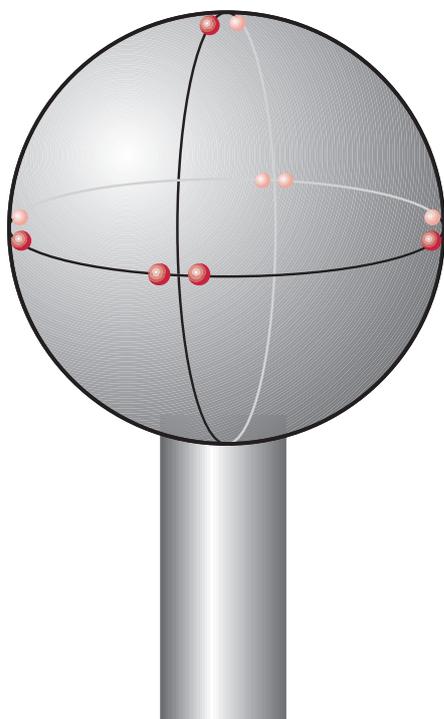
Como funciona

A posição das pontas com esfera individuais e seus diâmetros são determinados utilizando uma programa especial de calibração do apalpador (veja o manual de usuário do fabricante da máquina).

É efetuado o contato de um ponto de referência com todas as pontas a serem utilizadas, uma após a outra. A referência utilizada usualmente é uma esfera extremamente precisa, com diâmetro conhecido. As dimensões exatas da esfera a ser calibrada são inseridas no software de medição.

Se as pontas serão utilizadas para medir pontos separados, a ponta é calibrada utilizando vários pontos cardinais na esfera de referência (ver imagem).

Um número muito maior de pontos é adquirido para sistemas de escaneamento. O manual do usuário do fabricante da máquina descreve as estratégias de medição precisa para calibrar as pontas.



Certifique-se de usar a esfera calibrada cujos valores foram inseridos no software, principalmente se estiver usando mais de uma CMM.



Resultado

O procedimento de calibração do apalpador define os diâmetros efetivos da extremidade da ponta ao medir, e suas posições em relação umas às outras e ao sistema de coordenadas da máquina.

Um programa de análise especial e o diâmetro conhecido da esfera calibrada são usados para definir os diâmetros desconhecidos da extremidade da ponta.

As coordenadas do centro da primeira esfera da ponta calibrada são armazenadas no processador de dados da CMM como coordenadas de referência. Todas as posições de ponta restantes são definidas pelas diferenças geradas com a primeira e em seguida também armazenadas como coordenadas do centro da esfera.

Depois que as várias extremidades de uma configuração de pontas foram calibradas, os seus centros são compensados pelo software da CMM, de modo que as medições com todas as pontas pareçam ter sido executadas com uma única ponta.

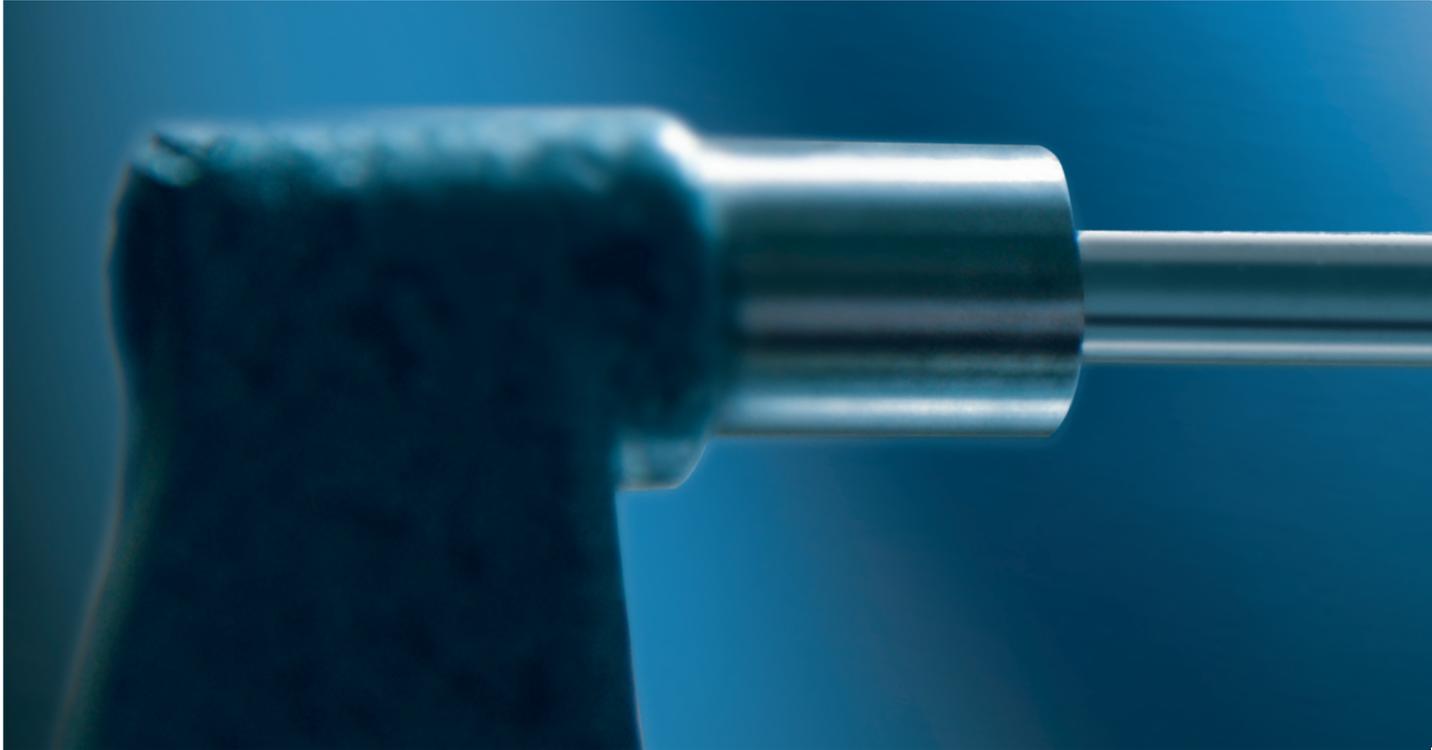
Isso significa que, qualquer que seja a ponta utilizada para medir um ponto, você sempre obterá o mesmo resultado.

Ao medir, a CMM compensa a posição da ponta e as dimensões da extremidade da ponta. Isso deixa apenas o formato da extremidade da ponta como o único fator que influencia as medições.

Calibrando peças com outras formas geométricas

Além das esferas de referência, a calibração da ponta pode ser efetuada usando outras referências, como relógios, anéis padrão e eixos padrão. Exemplos típicos são com pontas cilíndricas e pontas disco. O princípio básico não se altera. Os manuais do usuário do fabricante da máquina descrevem as rotinas para esses tipos de calibração.





Resumo dos principais critérios para uso de componentes do apalpador

No setor de CMMs, todos os fabricantes de equipamentos investem pesadamente para manter a incerteza de medição no mínimo. Isso também costuma se refletir no alto custo de investimento em CMMs.

O desempenho da medição se degrada facilmente com o uso de uma ponta com baixa esfericidade, erro de posicionamento da esfera, rosca mal ajustada ou um projeto deficiente que permite a flexão excessiva durante a medição. Para garantir a integridade dos dados coletados, certifique-se de especificar e usar uma ponta da grande variedade de pontas originais Renishaw.



Checklist

- Sempre use pontas tão curtas e estáveis quanto possível.
- Em caso de componentes de pontas longos, assegure que possuam a estabilidade necessária.
- Certifique-se de que as pontas utilizadas não têm defeitos, especialmente na rosca e na área de assentamento. Isso assegurará que o suporte esteja montado corretamente.
- Variações? Verifique se o componente do apalpador está fixado com firmeza.
- Substitua as pontas gastas.
- Você está usando peças termicamente estáveis? Considere as condições ambientais.
- Quando realizar montagens de pontas, consulte as massas permitidas como especificadas pelo fabricante do sensor.
- Evite conexões roscadas excessivas ou desnecessárias. Utilize o menor número possível de componentes separados.
- Você tem aplicações de escaneamento?
- Aproveite os benefícios oferecidos pelas esferas de nitreto de silício ao escanear peças de alumínio.
- Utilize a maior esfera possível.
- As pontas com esferas grandes atuam como filtros mecânicos sobre a superfície da peça. As finas estruturas na superfície da peça praticamente não são registradas com esferas grandes, evitando assim variações aleatórias de medição.
- Assegure que a força e dinâmica de medição sejam compatíveis com os componentes da ponta. Com uma ponta de esfera pequena e uma haste fina, você deve reduzir estes valores, quando necessário.

www.renishaw.com.br/contato



#renishaw

Brasil  **+55 11 2078-0740**  **brazil@renishaw.com.br**

© 2008 - 2025 Renishaw plc. Reservados todos os direitos. RENISHAW® e o símbolo do apalpador são marcas registradas da Renishaw plc. Os nomes de produtos, designações e a marca "apply innovation" são marcas registradas da Renishaw plc ou de suas subsidiárias. Outros nomes de marcas, produtos ou empresas são marcas comerciais de seus respectivos proprietários. Renishaw plc. Registrada na Inglaterra e País de Gales. Empresa n°: 1106260. Sede social: New Mills, Wotton-under-Edge, Glos, GL12 8JR, Reino Unido.

EMBORA TENHA SIDO FEITO UM ESFORÇO CONSIDERÁVEL PARA VERIFICAR A EXATIDÃO DESTES DOCUMENTOS NA PUBLICAÇÃO, ESTÃO EXCLUÍDAS TODAS AS GARANTIAS, CONDIÇÕES, REPRESENTAÇÕES E RESPONSABILIDADES, INDEPENDENTEMENTE DO QUE SEJA O MOTIVO, NA MEDIDA PERMITIDA POR LEI.

Código: H-1000-3315-02-C