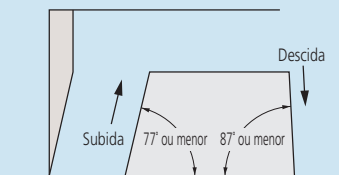


# Guia Rápido para Instrumentos de Medição de Precisão

## ■ Ângulo apalpável

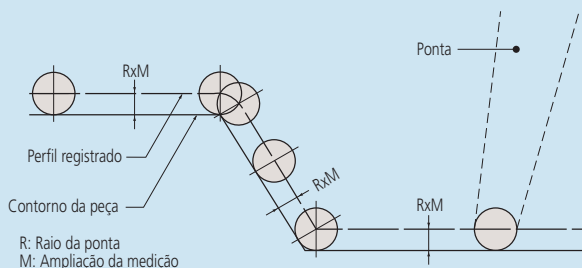


O ângulo máximo em que um apalpador pode percorrer para cima ou para baixo no comprimento do contorno de uma peça, na direção do percurso, se conhece como ângulo apalpável. Um apalpador com ângulo na lateral de sua ponta com  $12^\circ$  (como na figura acima) pode subir um ângulo máximo de  $77^\circ$  na peça e descer um ângulo de  $87^\circ$ . Para uma ponta cônica (cone de  $30^\circ$ ), o ângulo traçável é menor. Uma inclinação para cima com um ângulo de  $77^\circ$  ou mais poderia ser medida providenciando um dispositivo que permitisse inclinar a peça favorecendo o apalramento. A rugosidade da superfície da peça pode afetar a força de medição.

Para o modelo CV-3200/4500, o mesmo tipo de apalpador (SPH-71: biselado em um lado com ângulo da ponta de  $12^\circ$ ) pode traçar um máximo de  $77^\circ$  de inclinação para cima e um máximo de  $83^\circ$  para baixo.

## ■ Compensação pelo raio do apalpador

Um perfil registrado representa o lugar geométrico do centro da ponta esférica rodando sobre a superfície de uma peça (um raio típico é  $0,025\text{mm}$ ). Obviamente isto não é o mesmo que o perfil ideal de superfície, de modo que para obter um perfil registrado exato é necessário compensar o efeito do raio através do processamento de dados.



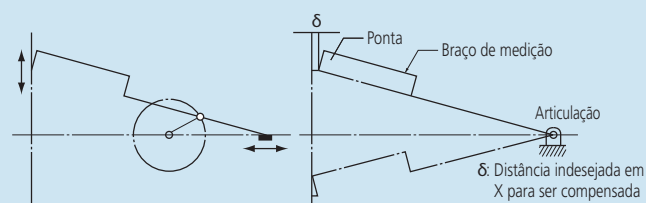
Se um perfil é lido partir do gráfico mediante um gabarito ou escala, é necessário compensar de antemão o raio da ponta de acordo à ampliação de medição aplicada.

## ■ Compensação pelo giro do braço

A ponta é colocada em um braço articulado que gira conforme a superfície da parte que se apalpa e a ponta de contato não se move exclusivamente na direção Z. Por tanto, é necessário aplicar uma compensação na direção X para assegurar a exatidão.

Existem 3 métodos para compensar pela rotação do braço:

- 1: Compensação mecânica;
- 2: Compensação elétrica;



3: Software de processamento.

Para medir o contorno de uma peça que envolve um grande deslocamento na direção vertical com grande exatidão, é necessário implementar um destes métodos de compensação.



## Contracer (Medição de contornos)

### ■ Exatidão

Como os detectores dos eixos X e Y incorporam escalas, a amplificação da exatidão se mostra não como uma porcentagem, e sim como o erro do deslocamento linear para cada eixo.

### ■ Paralisação de segurança por sobrecarga

Caso seja exercida uma força excessiva (sobrecarga) sobre a ponta do apalpador, ou se a ponta encontrou uma pendente muito escarpada sobre um elemento da peça ou ainda uma rebarba, etc, um dispositivo de segurança automaticamente paralisa a operação ou aciona um alarme. Este tipo de instrumento está sempre equipado com dispositivos de segurança separados para a direção de apalramento (eixo X) carga e direção vertical (eixo Y).

Para o modelo CV-3200/4500, um dispositivo de segurança é acionado caso o braço saia de seu lugar de montagem.

### ■ Guia simples ou complexo do braço

No caso de um braço com sistema articulado simples, o lugar geométrico que a ponta do apalpador traça durante o movimento vertical (direção Z) é um arco circular que resulta em um deslocamento indesejado em X, sendo necessário fazer uma compensação. Quanto maior é o movimento de arco, maior será o deslocamento indesejado em X ( $\delta$ ) que precisa ser compensado (veja a figura 2 já apresentada). A alternativa é usar um arranjo mecânico complexo para obter um lugar geométrico de deslocamento linear em Z e, portanto, evitar a necessidade de compensação em X.

### ■ Métodos de medição no eixo Z

Embora o método de medição no eixo Z seja frequentemente adotado seja por meio de uma escala digital, a medição no eixo Z se divide entre métodos analógicos (usando um transformador diferencial) e métodos de escala digital.

Os métodos analógicos variam em resolução do eixo Z dependendo da amplificação da medição e intervalo de medição. Os métodos de escala digital possuem resolução fixa.

Geralmente, um método de escala digital proporciona maior exatidão que um método analógico.

## ■ Métodos de análises de contorno

Pode-se analisar o contorno com um dos seguintes métodos depois de completar a operação de medição.

### Processamento de dados e programa de análises

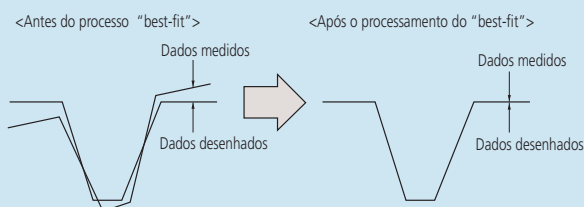
O contorno medido se introduz na seção de processamento de dados em tempo real e o programa dedicado realiza a análise usando o mouse e/ou o teclado. O ângulo, raio, degrau, passo e outros dados são exibidos diretamente como valores numéricos. A análise de combinação de sistemas coordenados se pode realizar facilmente. O gráfico que é processado através da correção do raio do apalpador entra na impressão como perfil registrado.

## ■ Tolerância com dados de desenho

O dado do contorno de uma peça medida se pode comparar com o dado de projeto no desenho em termos das formas atuais e desenhadas, porém como análise de dimensões individuais. Nesta técnica, cada desvio do contorno medido desde o contorno pretendido se mostra e registra. Também se podem processar dados desde uma peça padrão para se converter nos dados do desenho de referência com o qual se comparam outras peças. Esta função é particularmente útil quando a forma de uma seção afeta consideravelmente o desempenho do produto, ou quando sua forma tem uma influência sobre a relação entre partes de montagem, ou montadas.

## ■ Melhor ajuste (Best-fitting)

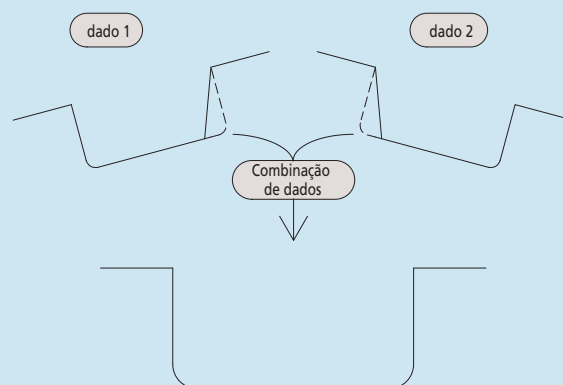
Se há um padrão para o dado do perfil de superfície medido, se realiza a tolerância com os dados de desenho de acordo ao padrão. se não há um padrão ou se se deseja uma tolerância somente com a forma, pode-se realizar o melhor ajuste entre os dados de desenho e os dados medidos.



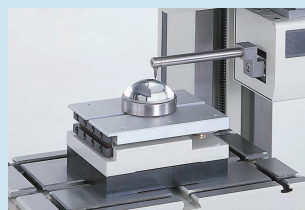
O algoritmo de processamento do melhor ajuste busca por desvios entre ambos conjuntos de dados e origina um sistema de coordenadas, no qual a soma de quadrados do desvio é mínimo quando o dado medido é sobreposto aos dados do desenho.

## ■ Combinação de dados

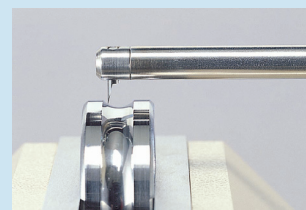
Convencionalmente, se o traçado de um contorno complexo não é possível pelas restrições do ângulo da peça, então deve se dividir em várias seções que se medem e avaliam por separado. Esta função evita esta situação indesejada, combinando as seções separadas em um contorno por agrupação de elementos comuns (linhas e pontos), um sobre o outro. Com esta função, se pode mostrar o contorno completo e realizar várias análises na forma atual.



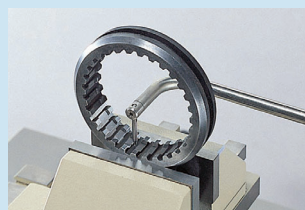
## ■ Exemplos de medição



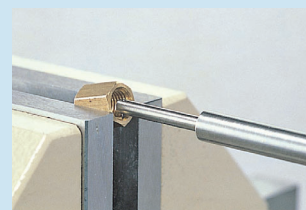
Contorno de uma lente esférica



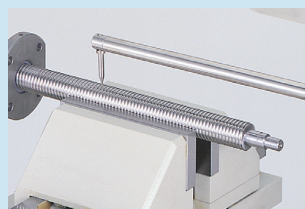
Contornos interno e externo de uma pista de rolamento



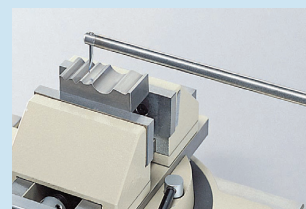
Dente de uma engrenagem interna



Perfil de uma rosca interna



Perfil de uma rosca externa



Contorno de um calibrador