

1. OBJETIVO

Este procedimento tem como objetivo descrever um processo de medição de peça vazada pelo método indireto a fim de se poder avaliar a habilidade dos metrologistas quanto ao manuseio de instrumentos de controle dimensional, ou através da utilização de projetor de perfis, especificamente o PJ-A3000 e KA Counter da Mitutoyo.

Com este procedimento podem ser medidos os diâmetros de furos, as distâncias entre centros de furos e ângulos com indicação dos valores em micrometros.

2. TERMINOLOGIA

- Definições constantes do VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia
- Ponto de Inflexão - ao submeter o relógio apalpador a um movimento, chama-se de ponto de inflexão o ponto que apresentar alteração no sentido de movimentação da haste de medição e, conseqüentemente, do ponteiro indicador.

2.1 Medições Indiretas

2.1.1. INSTRUMENTOS

- Desempeno;
- Micrômetro de altura;
- Relógio apalpador com resolução de 0,002 mm;
- Traçador de altura.
- Cantoneira de precisão
- Suportes para apalpador

2.1.2. CARACTERÍSTICAS A SEREM VERIFICADAS

- Diâmetro dos furos;
- Distâncias entre centros dos furos.

É importante ressaltar que não é permitido que se utilizem instrumentos de medição direta como paquímetros e micrômetros, pois o procedimento tem como objetivo, justamente, desenvolver uma técnica para os casos em que não é possível realizar a medição de forma direta.

2.1.3. ROTEIRO DE AVALIAÇÃO

2.1.3.1 Preparação

Limpeza: Utilizar benzina, éter ou álcool isopropílico, tecido, guardanapo de papel ou papel toalha, escova e luvas de látex. Devem ser limpos a peça vazada e os instrumentos a serem empregados nessa verificação.

Exame visual: Utilizar luvas de látex para manusear as peças. O exame da peça consiste em fazer um controle visual, verificando oxidações ou danos/amassamentos/batidas que comprometam a verificação. Verificar se a peça vazada possui rebarbas, oxidações, se os cantos vivos não se encontram amassados ou quebrados. Anotar no registro de medição as condições da peça medida.

Estabilização da temperatura: Colocar as peças a serem medidas juntamente com os padrões sobre a mesa de medição para estabilização da temperatura. A temperatura do ambiente, das peças e dos instrumentos empregados, deve ser de $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ e verificada com um termômetro de resolução máxima $1,0^\circ\text{C}$.

Verificação da calibração dos padrões: Os padrões e instrumentos utilizados devem estar calibrados por laboratório credenciado pela RBC (rastreadabilidade a padrões nacionais) e dentro do prazo de validade da calibração. Anotar os dados dos padrões, instrumentos e seus certificados de calibração no relatório de calibração.

2.1.3.2. Procedimento de medição de furos – Método indireto

- Fixa-se o relógio apalpador no traçador de altura a fim de estabelecer um eixo de movimentação perpendicular à mesa do desempenho. É importante verificar se a haste de medição do relógio apalpador encontra-se bem fixada junto ao corpo do relógio apalpador e perpendicular ao traçador de altura.
- Posiciona-se a peça a ser medida de modo que os eixos dos seus furos fiquem paralelos à superfície da mesa do desempenho. Também se coloca o micrômetro de altura sobre o desempenho.
- Posiciona-se o apalpador dentro do furo a ser medido, na posição central e afastado da borda com a haste paralela ao plano do desempenho. Aproxima-se o relógio apalpador da superfície interna inferior desse furo até que o ponteiro do relógio apalpador apresente um deslocamento de aproximadamente 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado, em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme a figura 1.

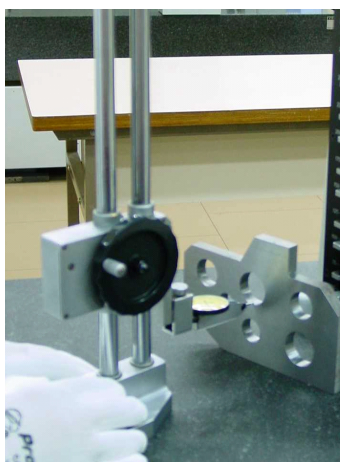


Figura 1 – Medição inferior do furo

Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador, em movimento ascendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2. Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se.

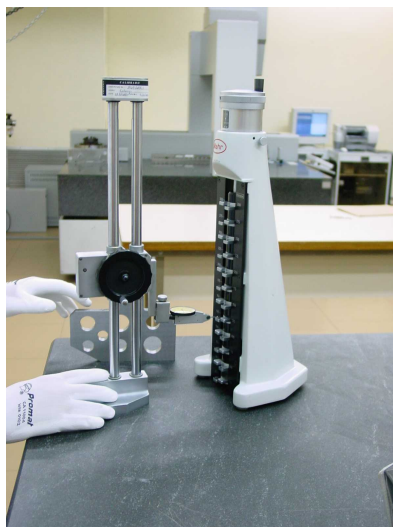


Figura 2 – Referenciamento utilizando o micrômetro de altura

- Agora se retorna ao furo em questão e movimenta-se o traçador de altura até que a haste de medição do relógio apalpador toque a superfície interna superior do furo em questão, na sua posição central e afastado da borda, fazendo com que o ponteiro do relógio tenha um deslocamento de aproximadamente 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado, em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme figura 3. Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador em movimento descendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2. Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se.



Figura 3 – Medição Superior do Furo

- A diferença entre a primeira e a segunda medidas, adicionada do valor do diâmetro da esfera da ponta de medição do relógio apalpador, é a medida do diâmetro do furo.

2.1.3.3. Procedimento de medição de distâncias entre centros – Método indireto

Para medir a distância entre centros de dois furos, mesmo que não estejam alinhados, pode-se utilizar o método descrito abaixo.

- Em primeiro lugar deve-se identificar a face de referência da peça que está indicada para ser medida no desenho. Daí posiciona-se a peça, apoiando-a sobre a face de referência, sobre a mesa do desempenho e também se coloca o micrômetro de altura sobre esse desempenho.

- Posiciona-se o apalpador dentro do 1º furo a ser medido, na posição central e afastado da borda. Aproxima-se o relógio apalpador da superfície interna inferior desse furo até que o ponteiro do relógio apalpador apresente um deslocamento de 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado, em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme a figura 1. Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador em movimento ascendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2. Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se.

Agora retorna-se ao furo em questão e movimenta-se o traçador de altura até que a haste de medição do relógio apalpador toque a superfície interna superior do furo em questão, na sua posição central e afastado da borda, fazendo com que o ponteiro do relógio tenha um deslocamento de 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme figura 3. Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador, em movimento descendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2.

- Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se. A soma das duas medidas, realizadas no 1º furo com o micrômetro de altura, divididas por dois é o valor do centro do primeiro furo.

A partir daí, posiciona-se o apalpador dentro do 2º furo a ser medido, na posição central e afastado da borda. Aproxima-se o relógio apalpador da superfície interna inferior desse furo até que o ponteiro do relógio apalpador apresente um deslocamento de aproximadamente 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado, em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme a figura 1. Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador, em movimento ascendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2.

- Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se.

- Agora retorna-se ao furo em questão e movimenta-se o traçador de altura até que a haste de medição do relógio apalpador toque a superfície interna superior do furo em questão, na sua posição central e afastado da borda, fazendo com que o ponteiro do relógio tenha um deslocamento de 0,01mm. Movimenta-se o traçador de altura para o lado, em direção ao centro, a fim de identificar o ponto de inflexão. Quando esse ponto é identificado, movimenta-se o traçador de altura contra a peça até que o ponteiro do relógio marque exatamente 0,01mm de deslocamento, conforme figura 3. Então, movimenta-se o traçador de altura para perto do micrômetro de altura e desloca-se o micrômetro de altura até que o mesmo toque a ponta do relógio apalpador, em movimento descendente, e realize o deslocamento do ponteiro em exatos 0,01mm, conforme figura 2.

- Realiza-se a leitura do valor no micrômetro de altura e anota-se. A soma das duas medidas, realizadas no 2º furo com o micrômetro de altura, divididas por dois será o valor do centro do segundo furo.

- A diferença entre a medida do centro do 2º furo e a medida do centro do 1º furo é a medida da distância entre centros em relação a uma superfície de referência de apoio.

| 2.2. *Medições Diretas*

Este item tem como objetivo estabelecer os parâmetros para ajuste e operação dos instrumentos: PJ-A3000 e KA Counter; bem como a forma de execução e demais requisitos para a realização de medidas lineares, angulares e por comparação, durante as provas de qualificação de inspetores de Controle Dimensional.

2.2.1. INSTRUMENTOS E MATERIAIS

- Projetor de Perfil marca Mitutoyo, modelo PJ-A3000.
- Contador para medidas lineares marca Mitutoyo, modelo KA Counter.
- Nível de bolha.
- Termômetro de resolução 1 °C.
- Álcool isopropílico.
- Tecido de popeline.
- Luva de látex.
- Massa de calafetar para fixação da peça (se necessário).

2.2.2. APLICAÇÃO

O projetor de perfil PJ A-3000 e o contador linear KA Counter poderão ser utilizados para a execução dos seguintes tipos de medições em peças:

- medições lineares.
- medições angulares.
- medições por comparação com uso de cartas-padrão.

2.2.3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

MITUTOYO, 2009 - PJ-A3000 Measuring Projector – User's Manual.

MITUTOYO, 2009 - KA Counter for Linear Scale Units – User's Manual.

Norma ABNT NBR NM-ISO1:1997 - Temperatura padrão de referência para medições industriais de comprimento.

Portaria Nº 29 de 1995 do INMETRO - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM)

2.2.4. DESCRIÇÃO DO PROJETO DE PERFIL PJ-A3000

O projetor de perfil PJ-A3000 é um instrumento de medição que realiza medições precisas de dimensões, contornos e características superficiais em peças diversas. O projetor apresenta as seguintes características:

- mesa posicionadora X-Y com cursos máximos de 200 x 100 mm;
- display do contador de posição angular;
- emprego de lâmpada reflexiva halógena, com tensão de 24 V e potência de 150 W.

A Fig. 1 a seguir apresenta as partes principais do projetor de medição PJ-A3000.

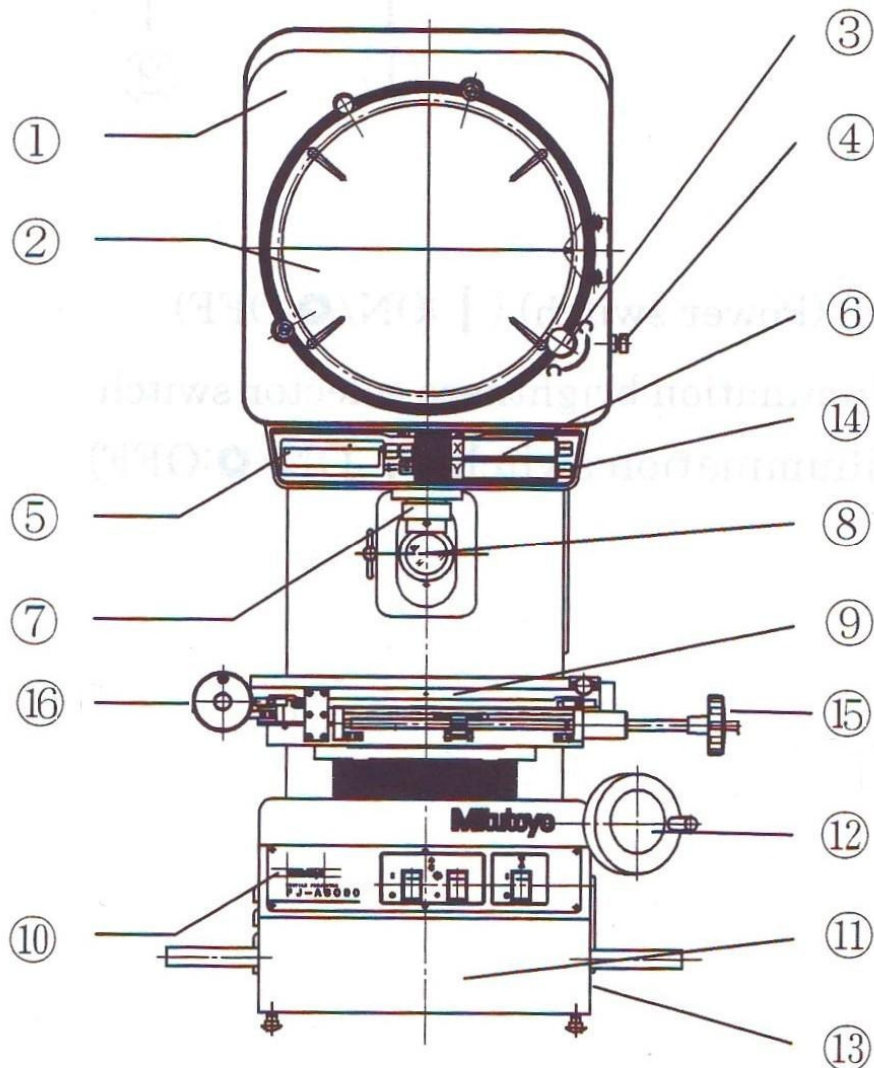


Figura 1 – Projetor de Perfil PJ-A3000 (Fonte: Mitutoyo, 2009)

- [1] - Cabeçote de projeção.
- [2] - Tela de projeção.
- [3] - Botão de rotação da tela.
- [4] - Botão para bloqueio da rotação da tela.
- [5] - Contador angular.
- [6] - Contador X-Y (não disponível, substituído pelo contador KA Counter, ver Fig. 2).
- [7] - Lentes de projeção.
- [8] - Sistema de iluminação refletora, lentes condensadoras para reflexão.
- [9] - Mesa posicionadora X-Y.
- [10] - Painel de controle.
- [11] - Iluminação de contorno (interno).
- [12] - Manopla-disco para focalização.
- [13] - Painel de potência.
- [14] - Conector de saída do contador X-Y.
- [15] - Manopla de movimentação da mesa ao longo do eixo X.
- [16] - Manopla de movimentação da mesa ao longo do eixo Y.

2.2.5. DESCRIÇÃO DO CONTADOR LINEAR KA COUNTER

O contador linear KA Counter é utilizado em conjunto com o projetor de perfil PJ-A3000, indicando os valores das medidas ao longo dos eixos X e Y em função da movimentação da mesa posicionadora do projetor de perfil.

A Fig. 2 apresenta as partes principais do contador linear KA Counter.

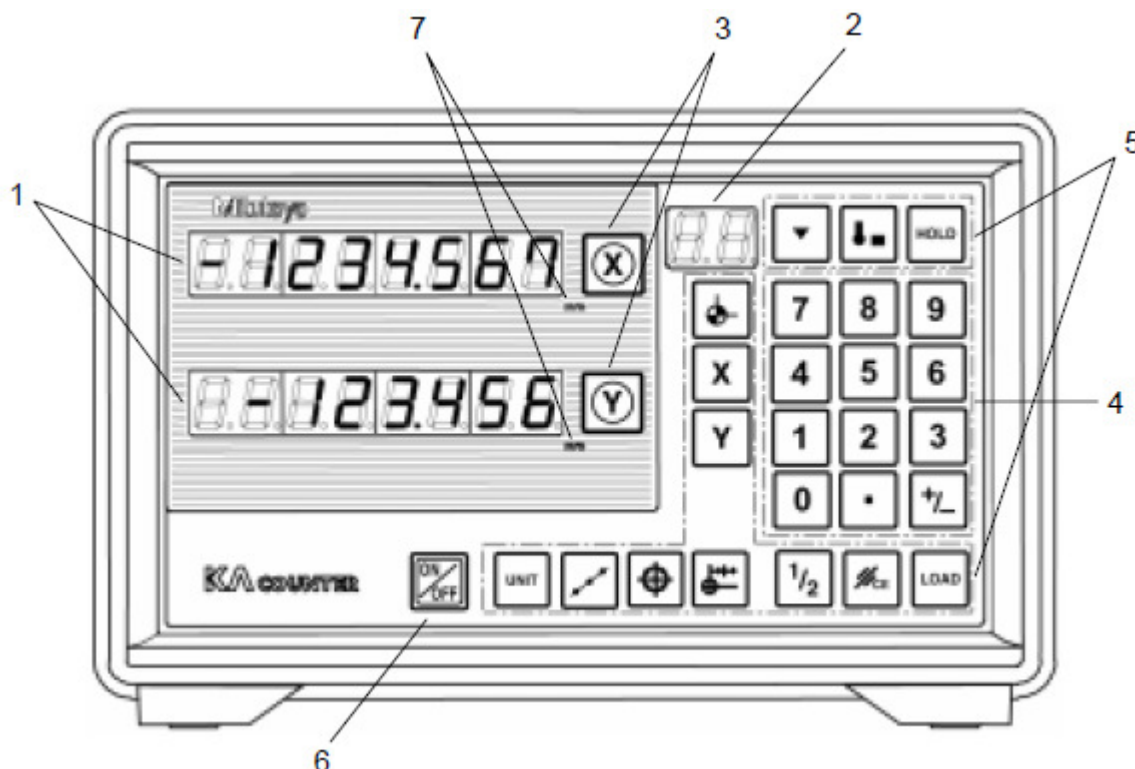


Figura 2 – Contador linear KA Counter (Fonte: Mitutoyo, 2009).

- [1] - Display: mostra os valores dos eixos X e Y (resolução de 0.001 mm ou 0.0001").
- [2] - Sub-display: mostra o número da coordenada usada e o modo de operação.
- [3] - Permite zerar os valores dos eixos X e Y.
- [4] - Teclas utilizadas para entrada de dados numéricos.
- [5] - Teclas de controle das funções básicas.
- [6] - Tecla liga/desliga do aparelho.
- [7] - Indicador da unidade de medida em utilização.

Obs.: as demais teclas e funções do KA Counter não descritas acima, não fazem parte do escopo deste procedimento.

2.2.6. EXECUÇÃO

2.2.6.1 Preparação

Limpeza – utilizar gasolina, éter ou álcool isopropílico, tecido de popeline branco, toalha e luvas de látex. Devem ser limpas todas as peças a serem medidas utilizando-se o projetor de perfil PJ-A3000.

Nivelamento – deve-se verificar com o nível de bolha, o nivelamento da base de sustentação do projetor e caso se faça necessário, nivelá-la corretamente utilizando-se os botões de ajuste da mesma.

Estabilização da temperatura – a temperatura do ambiente para realização de medidas utilizando-se o projetor PJ-A3000 e o contador linear KA Counter deve ser de $(20 \pm 6) ^\circ\text{C}$, a mesma deve ser verificada com um termômetro de resolução de $1 ^\circ\text{C}$.

2.2.6.2. Utilizando os Equipamentos: PJ-A3000 e KA Counter

O procedimento para realização de medidas lineares utilizando-se o projetor de perfil PJ-A3000, aliado ao contador linear KA Counter, é descrito a seguir.

a) Ligando o projetor PJ-A3000

Para ligar o projetor de perfil PJ-A3000, utiliza-se inicialmente a chave liga/desliga do painel de potência do projetor, localizada no lado direito do mesmo (ver Fig. 1).

O Sistema de iluminação do projetor PJ-A3000 é ligado através das chaves do painel de controle do mesmo, cuja localização é mostrada na Fig. 3.

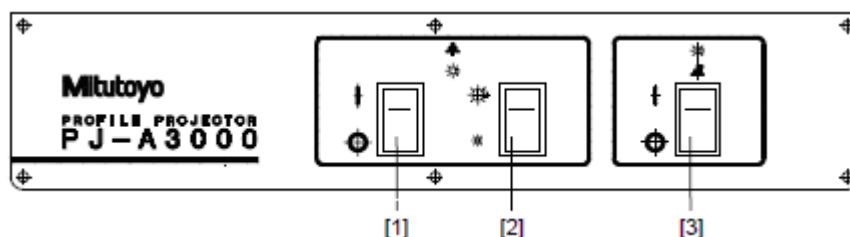


Figura 3 – Painel de controle do projetor PJ-A3000 (Fonte: Mitutoyo, 2009)

- [1] - Chave principal liga/desliga.
- [2] - Chave seletora do brilho do sistema de iluminação do contorno.
- [3] - Chave para ligar o sistema de iluminação refletora.

b) Ligando o contador linear KA Counter

- Para ligar o contador linear KA Counter, basta pressionar a tecla “on/off” mostrada na Fig. 2.



- Ao ligar o KA Counter se o display indicador dos eixos X e Y estiver piscando intermitentemente, basta pressionar a tecla “CE” mostrada na Fig. 2 para estabilizar os mesmos.



2.2.6.3. Procedimento para realização de medidas lineares

O procedimento para realização de medidas lineares, utilizando-se o projetor de perfil PJ-A3000 aliado ao contador linear KA Counter, é descrito a seguir e pressupõe que ambos dispositivos estejam conectados e ligados, conforme descrito no item 6.2.

Passo 1: Posicionando a peça a ser medida.

Posicionar cuidadosamente a peça a ser medida sobre o vidro central da mesa XY do projetor, de modo que a mesma seja projetada na tela de projeção do PJ-A3000. Após o correto posicionamento da peça e ajuste

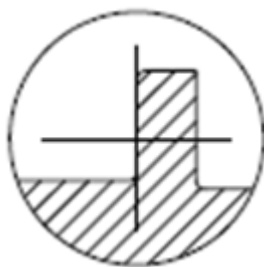
do foco do projetor, avaliar se a lente de aumento de 10X do projetor é adequada às medições a serem realizadas na peça, caso não seja, solicitar substituição pela lente de aumento de 20X.

Obs.1: caso seja necessário fixar a peça para que não se movimente durante a execução das medições, pode-se fixá-la usando uma massa moldável (massa de calafetar) fornecida para pelo examinador.

Obs. 2: o passo 1 deve ser repetido a cada nova peça a ser medida.

Passo 2: Realizando medições lineares

- Mover a mesa X-Y do projetor através das manoplas de movimentação, de modo a alinhar a aresta da peça com uma das linhas as linhas centrais da tela de projeção.



- Pressionar a tecla de zeragem no KA Counter do eixo X e/ou eixo Y para ajustar o contador no zero.



Tecla de zeragem do eixo X.



Tecla de zeragem do eixo Y.

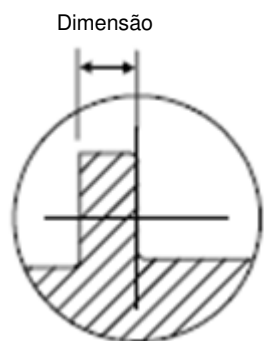
Obs.1: Caso o display dos eixos X e Y esteja piscando intermitente, pressionar a tecla "CE" antes de realizar a zeragem dos eixos. Para o posicionamento destas teclas no KA Counter, ver Fig. 2.

- Selecionar no KA Counter a unidade na qual a medida será realizada, *mm* ou *pol*, através da tecla "UNIT". As Resoluções das medidas indicadas pelo KA Counter são: *0.001 mm* ou *0.0001"*.



Se a opção milímetros estiver selecionada, aparecerá a indicação *mm* no display.

- Mover a mesa X-Y, alinhando a outra aresta da peça com a linha central da tela de projeção.



- Fazer a leitura do valor da medida realizada na peça no display do KA Counter, no exemplo acima a dimensão da peça é indicada no eixo X do KA Counter.

2.2.6.4 Procedimento para realização de medidas por comparação

Medições e inspeções podem ser realizadas no projetor de perfil PJ-A3000 por comparação da imagem projetada da peça na tela do mesmo, com uma carta de medidas padrão, a qual é customizada para uma dada ampliação do projetor.

Este método de medição é adequado para a checagem de geometria complexa, as quais não podem ser inspecionadas com uma simples medição dimensional. Dessa forma, consegue-se determinar, por exemplo, o perfil de uma rosca, o valor de um raio de concordância, etc.

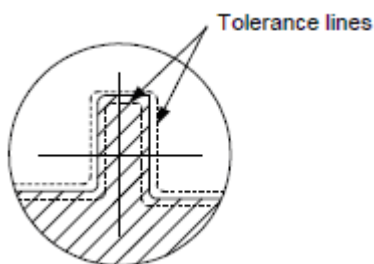
Se necessário, serão fornecidas cartas-padrão pelo examinador para a realização de medidas por comparação. O procedimento para realização de medidas por comparação é descrito a seguir.

Passo 1: Posicionar a peça a ser medida.

Deve-se posicionar cuidadosamente a peça a ser medida sobre o vidro central da mesa posicionadora XY, de modo que a mesma seja projetada na tela do PJ-A3000 (conforme Passo 1 do item 7.3).

Passo 2: Medindo a peça por comparação

Utilizando as cartas-padrão fornecidas, realizar as medições comparando o perfil projetado da peça na tela, com os padrões impressos na carta-padrão.



2.2.6.5 Procedimento para realização de medidas angulares

Para a medição de ângulos em peças no projetor de perfil PJ-A3000, utiliza-se o contador angular do mesmo, cuja posição no projetor pode ser observada na Fig. 1. O detalhamento das funções deste contador angular está descrito na Fig. 4 a seguir.

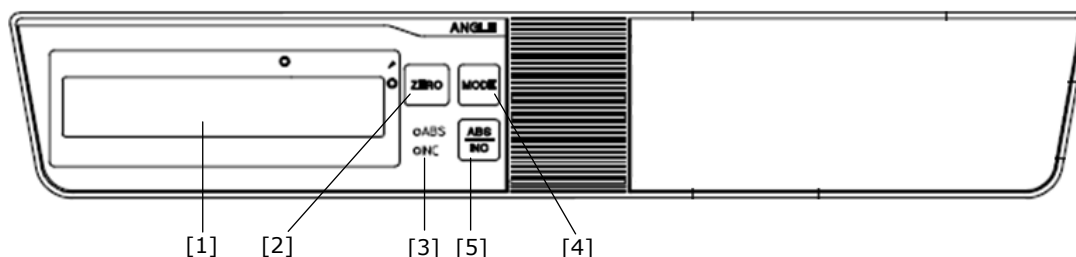


Figura 4 – Contador angular.

- [1] - Display de medidas angulares.
Faixa: $\pm 360^\circ$ ($\pm 370^\circ$ no modo ABS).
Resolução: 1' ou 0,01°.
- [2] - Tecla de ajuste do zero.
Ajusta o contador angular em zero para qualquer posição desejada.
Manter a tecla "ZERO" pressionada por aproximadamente 3 s.

[3] - Indicador do modo ABS/INC.

O LED fica aceso, indicando se o contador está no modo ABS (absoluto) ou INC (incremental).

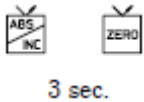
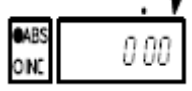
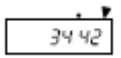
[4] - Chave seletora da resolução da medida angular

A tecla "MODE" permite selecionar a resolução do incremento angular a ser utilizado nas medições: 0,01° ou 1' ("default" é 1'). Para alternar de uma resolução a outra, manter a tecla "MODE" pressionada por aproximadamente 3 s.

[5] - Chave seletora de modo de medição angular ABS/INC.

Pressione a tecla ABS/INC para selecionar entre os modos de trabalho ABS ou INC.

Os passos para realização de medidas angulares utilizando-se o Contador Angular e a Tela de Projeção do PJ-A3000 são descritos a seguir.

Passo	Procedimento	Tela	Contador	Display
1	Alinhe uma das extremidades do ângulo a ser medido com uma das linhas referenciais da tela de projeção. Coloque o contador angular no modo ABS e ajuste o contador para ZERO. Verifique qual a resolução estabelecida para a medição do ângulo e se for necessário, ajuste a mesma através da tecla "MODE".			
2	Avance a mesa posicionadora X-Y, no sentido necessário para medir o ângulo requerido.		—	—
3	Gire a tela de projeção através do botão de rotação da mesma (ver Fig.1), alinhando a outra extremidade do ângulo com a mesma linha de referência da tela usada no passo 1. A medida do ângulo é indicada no contador angular do projetor.		—	

3 REGISTRO DE RESULTADOS

Deve ser preparado o registro dos resultados conforme descrito no Anexo I.



ANEXO I Relatório de medição de peça vazada – Nível básico

	RELATÓRIO DE MEDIÇÃO DE PEÇA VAZADA	Procedimento REV. 0 Out/2008																													
1) Características do micrômetro de altura Faixa de Indicação: _____ Fabricante: _____ Resolução: _____ Modelo: _____ Nº Identificação: _____ Nº de série: _____																															
2) Características do relógio apalpador Faixa de indicação: _____ Fabricante: _____ Resolução: _____ Modelo: _____ Nº identificação: _____ Nº de série: _____																															
3) Condições ambientais Temperatura ambiente: _____																															
4) Medições																															
4.1) Medição dos diâmetros dos furos																															
<table border="1"><thead><tr><th>Dimensão controlada (mm)</th><th>Primeiro valor (mm)</th><th>Segundo valor (mm)</th><th>Valor do diâmetro (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>			Dimensão controlada (mm)	Primeiro valor (mm)	Segundo valor (mm)	Valor do diâmetro (mm)																									
Dimensão controlada (mm)	Primeiro valor (mm)	Segundo valor (mm)	Valor do diâmetro (mm)																												
4.2) Medição das distâncias entre centros																															
<table border="1"><thead><tr><th>Dimensão controlada (mm)</th><th>Primeiro valor (mm)</th><th>Segundo valor (mm)</th><th>Centro do furo (mm)</th><th>Distância entre centros (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td rowspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td rowspan="2"> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td rowspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td rowspan="2"> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr><tr><td rowspan="2"> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td rowspan="2"> </td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></tbody></table>			Dimensão controlada (mm)	Primeiro valor (mm)	Segundo valor (mm)	Centro do furo (mm)	Distância entre centros (mm)																								
Dimensão controlada (mm)	Primeiro valor (mm)	Segundo valor (mm)	Centro do furo (mm)	Distância entre centros (mm)																											
5) Croqui da peça																															
6) Observações																															
Inspetor: _____ SNQC: _____ Data: ____/____/____																															