



16° Congresso de Iniciação Científica

ESTUDO DA REPETITIVIDADE NA MEDIÇÃO POR COORDENADAS

Autor(es)

LUÍS AUGUSTO NUNES DIAS DE SÁ

Orientador(es)

ÁLVARO JOSÉ ABACKERLI

Apoio Financeiro

PIBIC/CNPq

1. Introdução

A máquina de medir por coordenadas – MMC se tornou um importante instrumento metrológico para utilização industrial. Surgiu no final do século XIX contendo varias limitações, pois era operada com uma só coordenada e também era um instrumento manual. Com seu freqüente uso e com a ampliação dos fabricantes, as MMCs se tornaram automatizadas e passaram a operar em duas ou três coordenadas, transformando-se então em poderosos instrumentos de medição, com fundamental importância para a indústria sob o aspecto de qualidade de produtos. A evolução das MMCs trouxe também problemas na obtenção de resultados de medição, pois a sua complexidade de funcionamento acarretou erros nas próprias medições (ABACKERLI, 2004).

As máquinas de medir por coordenadas são instrumentos muitos versáteis usados para medir características dimensionais de peças mecânicas. Apesar de sua grande versatilidade e uso no meio produtivo, o seu comportamento metrológico é influenciado por uma serie de fatores, internos e externos à medição, todos eles capazes de mudar significativamente a capacidade da máquina em comparação com as suas especificações.

A repetitividade é caracterizada como: grau de concordância entre os resultados de medições sucessivas de um mesmo mensurando efetuadas sob as mesmas condições de medição (LINK, 2000).

Neste projeto focaliza-se na repetitividade (dos resultados de medições) para propor uma investigação experimental que objetiva determinar a capacidade da MMC repetir resultados de medições sob condições constantes, ou seja; determinar a repetitividade da máquina de medir executando tarefas típicas de medição.

2. Objetivos

O objetivo geral da pesquisa consiste em avaliar a repetitividade das medições desenvolvidas pela máquina de medir por coordenadas (MMC). Como objetivos secundários, a posposta busca estimular o aprendizado do aluno sobre os vários conceitos próprios da formação em engenharia: aprendizado da medição por coordenadas, aprendizado dos fatores de influência nas medições e aplicação de análise estatística em resultados experimentais para fins de diagnóstico.

3. Desenvolvimento

O trabalho desenvolvido foi realizado no laboratório de metrologia da UNIMEP, Campus Santa Bárbara D'Oeste.

Para a realização da pesquisa, foi necessário um embasamento teórico obtido através de consulta em obras na área de metrologia e informática além da internet utilizada como subsídio para complementação bibliográfica. Houve também a necessidade da utilização de materiais existentes no próprio laboratório. Foram utilizados materiais como a máquina de medir por coordenadas, Tesa 3D (Figura 1), peças utilizadas para medição, um apalpador Tesastar-i, computadores, esferas, bloco padrão e o software PC-DIMS 4.2.

Inicialmente foi estudada e planejada uma metodologia para ser utilizada na máquina de medir por coordenadas. Foram feitas varias medições para que o operador ganhasse conhecimento da MMC.

Amplitude: $V_{max} - V_{min}$

4. Resultado e Discussão

Medição de um bloco padrão de 50 mm de acordo com a norma BS 6808 (1989)

Neste experimento foi colocado um bloco padrão de 50 mm no centro de trabalho da máquina de medir por coordenadas, medido 10 vezes o mesmo ponto da superfície do bloco padrão de 50 mm, como diz a norma, movimentando somente o eixo X da máquina de medir, travando os demais eixos (Z e Y). Este mesmo experimento foi realizado da mesma forma para os demais eixos (Z e Y). Substituindo no lugar de X o eixo Y e depois o Z.

Durante todo o experimento foi medida a temperatura e a umidade do local de trabalho, pois são fatores muitos importantes para que não haja nenhum erro em seus valores.

A repetitividade foi determinada pelo maior valor do desvio padrão obtido entre os três eixos (S_{max}) e através da relação $R1 = 0,72 S_{max}$.

De acordo com a norma BS 6808 citada anteriormente, o calculo da repetitividade é feito multiplicando o maior desvio padrão entre os três eixos por 0,72.

Medição de uma esfera de acordo com a norma ANSI/ASME B89.4.1

Colocou-se uma esfera de 25,4 mm de diâmetro no centro da mesa de trabalho da máquina de medir e mediram-se quatro pontos aleatórios para saber seu diâmetro. Este processo foi repetido 10 vezes para que pudesse ser calculado a repetitividade da máquina de medir, de acordo com a norma ANSI/ASME B89. 4.1

Durante todo o experimento foi medida a temperatura e a umidade do local de trabalho, pois são fatores muitos importantes para que não haja nenhum erro em seus valores.

A repetitividade foi determinada pela amplitude dos desvios das coordenadas do centro.

Para calcular a repetitividade do outro experimento, pegou-se a amplitude das coordenadas do centro, ou seja, o maior diâmetro (25,4051mm) obtido entre as medições subtraído pelo menor diâmetro (25,4032mm) entre as medições. De acordo com a norma ANSI/ASME B89. 4.1

Obteve-se a amplitude de 0,0019 mm.

Amplitude: $25,4051 - 25,4032 = 0,0019$ mm.

Medição de uma esfera de acordo com a norma B89.4.1-CMM_ *with addendas* 2001

De acordo com a norma que ANSI/ASME B89. 4.1: 2001 (2002), pede-se para calcular a repetitividade com uma esfera de 6 mm, que não pode ser encontrada, então foi calculada com uma esfera de 40 mm de diâmetro e comparada com uma esfera padrão de uma polegada (1").

Neste procedimento colocamos uma esfera de 40 mm no centro do desempenho da MMC, durante o experimento medimos a temperatura e a umidade o local de trabalho. Seguindo a norma, fizemos 49 pontos na esfera sendo 12 pontos em cada altura da esfera (30, 60, 90 e 110 graus) e uma em seu topo. Calculamos o angulo correto para que o apalpador percorra ao tocar na esfera, tendo assim o valor do deslocamento dos três eixos (X, Y, e Z) para cada ponto.

Foi repetido os mesmos procedimentos para a esfera de uma polegada, para que no final dos experimentos possamos comparar os resultados.

Como citado na norma a repetitividade é calculada como sendo o valor do desvio padrão dos valores encontrados. Desvio padrão do centro da esfera.

Comparando os resultados da esfera padrão de 1 polegada com os da esfera de 40 mm percebemos que a diferença entra a repetitividade é mínima. Podemos concluir que a esfera de 40 mm foi aprovada no teste.

5. Considerações Finais

A primeira parte do projeto foi concluída atingindo todos os objetivos necessários, começando pela aprendizagem sobre a máquina de medir por coordenadas através das leituras indicadas e ajuda do técnico. Em seguida conciliei tudo àquilo que foi pesquisado com os métodos a serem seguidos organizando-me para os testes de repetitividade que foram feitos. A cada etapa deste projeto meu conhecimento aumentava, mais foi ao vivenciar na pratica como manusear a máquina de medir por coordenadas que passei a entender melhor sua função, ou seja, a repetitividade.

Com a primeira parte concluída, ficou mais fácil entender alguns fatores que influenciam as medições e com isso pude esquivar-me de alguns deles. Tendo assim um melhor aproveitamento de meu tempo e atingindo todos os requisitos propostos.

Conclui, dessa forma, que a repetitividade pode ser calculada de varias maneiras, dependendo da norma que será utilizada.

Referências Bibliográficas

ABACKERLI, A. J. **Estudo do teste de software aplicado à metrologia**. Gaithersburg. MD, 2004. Relatório de Pesquisa.

ABACKERLI, A.J; MARTINEZ O.R.M; CAUCHICK, P.A. **Princípios da medição por coordenadas**. Apostila de treinamento técnico especializado. 3ª edição revisada e ampliada. Setembro 2000. Publicação EGP – Engenharia & Tecnologia. Rua 9 de julho 709, Salto – SP

ANSI/ASME B89.4.1 **Methods for performance Evaluation of Coordinate Measuring Machines**. 1995.

A TECNOLOGIA de medição por coordenadas no ciclo de desenvolvimento de produtos plásticos. **Notícias Mitutoyo**. Disponível em:

Acesso em: 12 dez. 2004.

BS 6808 – *Coordinate Measuring Machines. Part 1: Glossary of terms, 1986. Part 2: Methods for verifying performance. Part 3: Code of practice, 1989.* British Standards Institution.

CONTROLE DA QUALIDADE DE PADRÕES ESCALONADOS UTILIZADOS NA VERIFICAÇÃO DE MÁQUINAS DE MEDIR POR COORDENADAS. **Inmetro**. Disponível em:
Acesso em: 24 Jul. 2008

DI GIACOMO, B.; NAKAZATO, M.K.; ARENCIBIA R.V. Estudo dos erros cíclicos na máquina de medição por três coordenadas. **MM**. São Paulo, p. 166-175, jul. 2004.

“Guia para expressão da incerteza de medição” – Segunda edição brasileira - agosto de 1998 – INMETRO/ABNT/ SBM/ RH Metrologia

LINK, Walter. **Tópicos Avançados da Metrologia Mecânica**. Rio de Janeiro, Editora da Mitutoyo Sul América Ltda, 2000. 263 p.

PIRATELLI, A. F. **Método para avaliação do desempenho de máquinas de medir a três coordenadas através de planejamento de experimento**. Nível Mestrado, São Carlos, USP, 1997.

SOUSA, A.R. **Formação regular de metrologistas 3D**. Metrologistas 3D – nível C, Módulo 1. Resende – RJ, 2004.

SALOMON, Délcio Vieira. **Como fazer uma monografia**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

SILVA, E. L. S. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3ed. Florianópolis 2001.

Anexos



$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$