

PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE COORDENADAS DE UMA SUPERFÍCIE

3D

Werley Rocherter Borges Ferreira

Universidade Federal de Uberlândia , Faculdade de Engenharia Mecânica, Campus Santa Mônica, Uberlândia - MG
wrbferreira@mecanica.ufu.br

João Carlos Mendes Carvalho

jcmendes@mecanica.ufu.br

Resumo: As técnicas de digitalização e reconstrução de objetos tridimensionais podem ser aplicadas a diversas áreas do cotidiano, não só na área de engenharia como também na medicina e artes. Uma das etapas do processo consiste na “leitura” das coordenadas da superfície do objeto. Para isto são utilizados sistemas eletromecânicos associados a programas de controle e de tratamento dos sinais adquiridos da superfície. Nesse trabalho é apresentado o programa de aquisição de pontos referentes à seção transversal de um objeto. A leitura dos pontos é feita utilizando-se de três transdutores acoplados a uma placa de aquisição de dados e computador.

Palavras-Chave: Aquisição de dados, LabView®, Reconstrução gráfica.

1. INTRODUÇÃO

A digitalização de perfis tridimensionais de objetos e sua reconstrução podem ser aplicadas em diversas áreas tais como na fabricação (fundição, estereolitografia, etc.), na engenharia reversa (reconstrução de componentes de máquinas que não possuem desenhos), no projeto colaborativo (permitindo a interação entre o modelo real e o modelo virtual), na inspeção (permitindo verificar se o objeto está conforme o projetado), simulação virtual (efeitos especiais no cinema, jogos), na cópia de peças disponíveis em museus, na medicina (reconstrução de partes do corpo humano), na exploração científica e no mercado de consumo.

Nos últimos anos as técnicas de digitalização e reconstrução de formas complexas de objetos tridimensionais têm apresentado um grande desenvolvimento. A velocidade e precisão das técnicas de digitalização se devem ao avanço nas áreas de física, engenharia elétrica, o desenvolvimento dos lasers, CD's e as unidades de aquisição de dados de altas velocidades.

Um sistema que permite a reconstrução de objetos tridimensionais pode ser dividido em um equipamento eletro-mecânico (normalmente scanners associados a um dispositivo mecânico de movimentação), que permite a leitura dos dados do objeto, e o software que permite o controle do scanner e a reconstrução do objeto a partir dos dados lidos.

Está em desenvolvimento no Laboratório de Automação e Robótica da Faculdade de Engenharia Mecânica da UFU um sistema de reconstrução de superfícies tridimensionais. Este sistema é constituído por um programa que permite a leitura de pontos da superfície do objeto, o tratamento destes pontos através da redução do seu número, a reconstrução de “curvas” da superfície utilizando splines e NURBS e, finalmente, a reconstrução gráfica do objeto.

Com a finalidade de identificar as seções transversais de um objeto foi desenvolvido um programa de aquisição de dados em LabView® que relaciona a forma do objeto e os dados adquiridos pelos transdutores que compõem o sistema. Assim, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de um sistema capaz de fazer medidas das coordenadas dos pontos de seções transversais de um objeto utilizando dois transdutores lineares e um de rotação.

2. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE LEITURA

O sistema de leitura dos pontos da superfície é composto por dois transdutores linear, modelo PZ34 (*Gefran Sensori*), e um transdutor rotativo, modelo 3590S-1-103 (*Bourns*), responsáveis pela leitura das coordenadas dos pontos da superfície do objeto, figura 1. Tem-se ainda a presença de uma fonte de alimentação que fornece uma tensão contínua de 10V. A ligação dos transdutores ao computador é feita através de uma placa de aquisição de sinais PD-MFS-6-1M/12 (*United Eletronics Industries*) e a utilização do software LabView 6.0® (*National Instruments*), aplicando-se instrumentos virtuais para a obtenção dos sinais. O modelo de ligação dos transdutores está esquematizado na figura 2.

Uma plataforma giratória, onde é fixado o objeto que se deseja “ler”, é conectada por uma transmissão de polias-correia ao transdutor 3, cuja relação de transmissão é de (103/62), fornece a posição angular da plataforma.

A função do transdutor 2 é capturar os pontos referentes à superfície do objeto e o transdutor 1 fornece a altura dos pontos capturados. Além dos transdutores, o aparato contém um sistema de ajuste de altura do transdutor 2 que se move por uma guia. Esse ajuste é feito por um parafuso e uma porca.

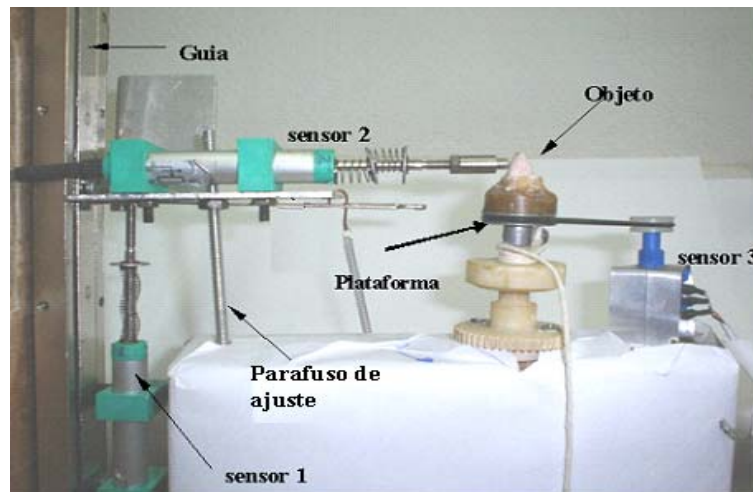


Figura 1: Dispositivo para aquisição de dados.

A placa de aquisição de dados possui as seguintes características:

- Resolução de 12 bits
- Máxima taxa de aquisição – 1MS/s
- Interface PCI
- Entrada analógica – 16canais
- Saída analógica- 2 canais
- Entrada digital – 8 canais
- Saída digital – 8 canais
- Calibração automática

Na figura 2 é apresentado o esquema de ligação entre os transdutores, à placa de aquisição de dados e o computador.

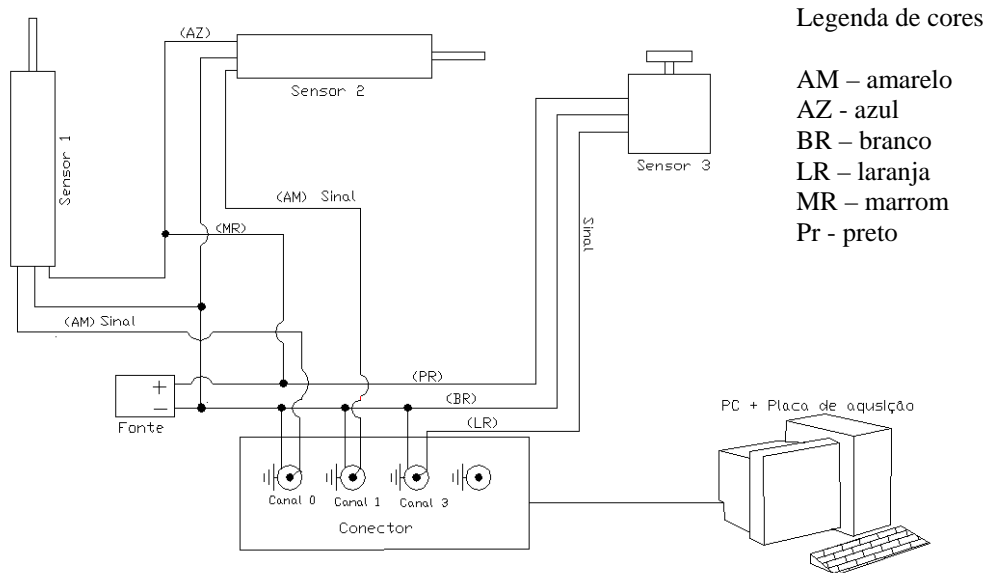


Figura 2: Esquema de ligação dos transdutores.

3. PROGRAMA DE AQUISIÇÃO DE SINAIS

3.1 Descrição dos Subprogramas e Funções Utilizados

LabView® é uma linguagem de desenvolvimento de aplicativos assim como a linguagem C, Basic ou Delphi, sendo uma marca registrada de *National Instruments*. A diferença marcante entre linguagem de programação gráfica (G), onde o Labview se insere, e outras convencionais é a forma de programação. Embora ambas sejam direcionadas a objetos, cujos compiladores mais modernos simplificam o processo de programação através de interfaces amigáveis com comandos, funções e propriedades pré-definidas, existe uma diferença fundamental entre elas. A linguagem G é uma ferramenta de programação gráfica, altamente produtiva para a construção de sistemas de aquisição de dados, instrumentação e controle, entre outras aplicações.

Nos sistemas de programação é comum o uso de linguagem texto com abreviações de palavras da língua inglesa para criar linhas de comandos que, quando compiladas, geram códigos de programação interpretados ou compilados. Enquanto isso a linguagem G permite usar uma estrutura em forma de gráficos (painel de controle) e diagramas (instruções e funções lógicas) para criar os códigos de programação em blocos, o que facilita o processo de aprendizagem permitindo que pessoas com pouco treinamento sejam capazes de realizar tarefas que nas outras linguagens demandaria muito mais tempo. Tais blocos podem ser facilmente aproveitados em outros aplicativos o que não é trivial nas outras linguagens (Regazzi, Pereira, Silva Jr, 2005).

O LabView® possui seus subprogramas e funções pré-definidos e que podem ser utilizados diretamente por placas fornecidas pela NI. No caso específico da placa utilizada neste trabalho é necessário fazer a sua “tradução” utilizando um software específico (fornecido pelo fabricante da

placa, UEI). Assim, todos os subprogramas que possuem 'PD' em seus nomes são referentes à placa PD-MFS-6-1M/12 (United Electronics Industries).

Os *vi's* utilizados são: *PD AI config.vi* que configura a maior e a menor tensão de entrada, calcula o ganho de cada canal e especifica o número do dispositivo que no caso são sensores; *PD AI fine.vi* que é usado para capturar as entradas analógicas que não foram avaliados pelo *PD AI config*; *PD AI Start.vi* que, nesse programa é definido o número de *scans* que serão adquiridos; *PD AI Read.vi* que é a principal função que recebe os dados da placa. Ela lê um número específico de *scans* e retorna os dados em 16 bits. Sua saída é uma matriz onde cada coluna contém os dados coletados de uma determinada entrada (canal) e o número de linhas é igual ao número de *scans*. Nessa aplicação foi definido 200 *scans* / plot; *Butterworth Filter.vi* que é um filtro que elimina algumas interferências no sinal desejado. Na biblioteca do LabView® possui vários filtros. Após uma série testes concluiu-se que este era o mais adequado para esta aplicação; *Write To Spreadsheet File .vi* que recebe os dados da função *Build Array* e os salva. No programa desenvolvido ele recebe uma matriz com três colunas, onde cada coluna corresponde a um canal de entrada; *Pd 8h Channel list.vi* que especifica até oito canais de entrada no programa.

As funções utilizadas são: *Index Array* que tem como entrada uma matriz e os índices da linha e da coluna, e retorna uma submatriz com o número de linhas e colunas especificadas. Como esse programa recebe uma matriz de três colunas, uma para cada sensor, essa função separa os dados dos sensores distintos para que eles possam ser tratados; *Array Subset* que escolhe uma parte de uma matriz linha ou coluna. Tem como entrada uma matriz, o índice a partir de onde se deseja analisar e a quantidade de elementos a ser analisado. Essa função foi utilizada para eliminar os primeiros pontos da aquisição porque eles sofrem grandes variações; *Insert into Array* que adiciona uma matriz à outra. Exemplo: se uma matriz possui n elementos e outra m , a matriz resultante possuirá $n+m$ elementos. Foi utilizada juntamente com o comando *shift register* o qual substitui valores. Esse conjunto, a cada interação, recebe uma quantidade de elementos, adiciona à matriz anterior construindo uma matriz maior; *Bundle* que organiza as matrizes. Nesse programa sua função é organizar as matrizes X e Y para serem plotadas; *Build Array* que constrói matrizes a partir de suas entradas. Aqui ele recebe como entrada os dados organizados dos três sensores e os organiza em uma matriz de três colunas, sendo o número de linhas igual à (número de interações)x180. Isto porque a cada interação o *Insert into Array* adiciona uma matriz de cento e oitenta elementos à nova matriz; *Array size* que recebe como entrada uma matriz linha, e retorna a quantidade de elementos que ela possui; e *Shift register* que é usada em conjunto com algum laço. A cada interação ela substitui o valor da interação antiga pelo mais recente.

3.2 Diagrama

Para maior clareza e descrição do programa elaborado, apresentado na figura 3, ele foi subdividido em regiões que são descritas a seguir.

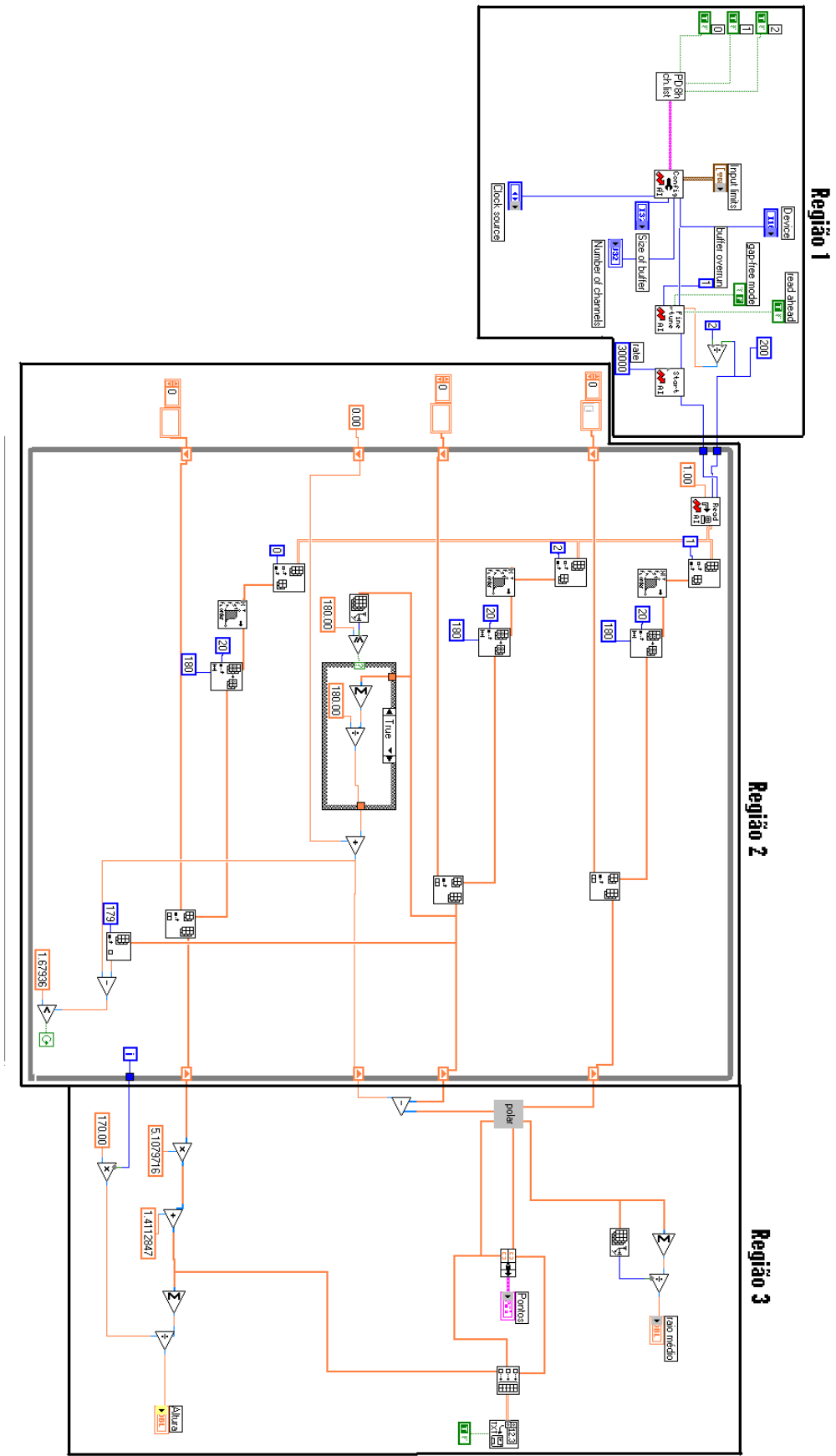


Figura 3: Diagrama do programa de aquisição e tratamento de dados.

- **Região 1**

Os subprogramas de aquisição são organizados para que o programa faça duzentas leituras para cada transdutor e tenha uma taxa de aquisição de trinta mil pontos por segundo.

- **Região 2**

Pode-se observar que os dados saem do subprograma *PD AL Read.vi* e são separados pela função *Index Array* de acordo com seus respectivos canais. O transdutor 1 está conectado ao canal 0, o 2 ao canal 1 e o 3 ao canal 2. Em seguida, os dados de cada transdutor passam pelos filtros. Foram feitos alguns testes e observou-se que os pontos iniciais tinham grandes variações, por isso foi usado a *Array Subset* para eliminar os vinte primeiros pontos. Depois os dados tratados são armazenados pelas funções *Insert into Array* e *shift register* para serem liberados no final da execução do laço *while*.

O programa elaborado prevê a leitura de duas rotações da mesa de apoio do objeto. Para permitir que o sistema adquira os dados de forma correta, nas duas rotações, é necessário estabelecer uma referência da origem do transdutor 3. Por exemplo: se o transdutor 3 estiver com a leitura inicial correspondendo a 500° , para completar as duas voltas 720° é necessário que ele gire até 1220° . No exemplo, a leitura seria terminada com um ângulo de rotação da mesa de $720 - 500 = 220^\circ$ (duzentos e vinte graus). Para evitar a interrupção de leitura, foi introduzida a “estrutura case” para definir a posição inicial.

Conforme citado anteriormente, as vinte primeiras leituras são eliminadas devido às distorções de valores. Assim, das duzentas leituras iniciais, cento e oitenta leituras do transdutor 3 são colocadas na “estrutura case” para que seja feita a média aritmética entre elas. Esta média é a referência para as demais leituras e para a condição de parada do laço, quando forem completadas duas voltas.

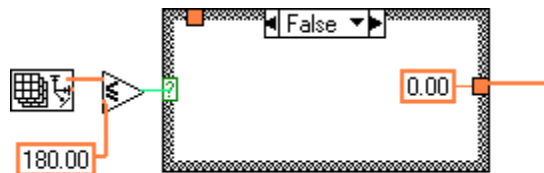


Figura 4: Estrutura case quando a condição de análise é falsa.

- **Região 3**

A função da região 3 consiste em organizar, apresentar e salvar os dados dos transdutores. Foi incluído um programa denominado “Polar” que consiste em transformar os dados oriundos dos transdutores 2 e 3 em coordenadas cartesianas conforme apresentado na figura 5.

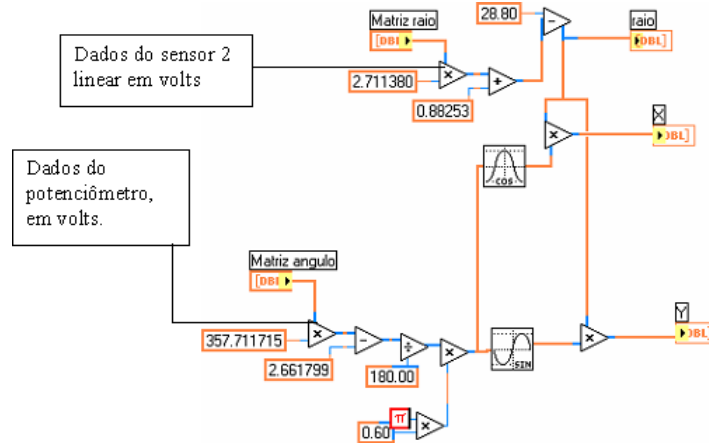


Figura 5: Diagrama do subprograma Polar

Os dados do transdutor 2 passam pela sua função de transferência, que recebe a entrada em volts e retorna a saída em mm, referente às várias distâncias da periferia da peça analisada em relação ao seu eixo de rotação. Após ter passado por essa função os dados seguem dois caminhos: um será para a saída denominada raio, como se pode observar na figura 6, a média aritmética dos elementos dessa matriz fornecerá o raio médio. A outra saída segue para a função de transformação de coordenadas polares em cartesianas. Os dados do transdutor 3 (potenciômetro) também passam pela sua função de transferência específica, que recebe os dados em volts e fornece a saída em radianos. Após ter passado por essa função, os dados seguem dois caminhos: um para a obtenção da coordenada X e outro de Y, juntamente com os dados do transdutor 2, transformando as coordenadas polares em cartesianas.

Ainda nesta região pode-se observar que os valores do transdutor 1 passam pela sua função de transferência. Essa função tem como saída a altura relativa dos pontos da superfície que foram adquiridos.

No final desse processo os valores das coordenadas X, Y, e Z são armazenados em um arquivo do tipo "txt".

4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Foi escolhido um tubo de PVC que possui diâmetro médio de 26,65 mm para serem feitos os testes do programa. Como resultado da aquisição obteve-se uma nuvem de pontos em que o programa forneceu o valor de 13,14mm para o raio médio, com erro da ordem de 1,4%, Figura 6.

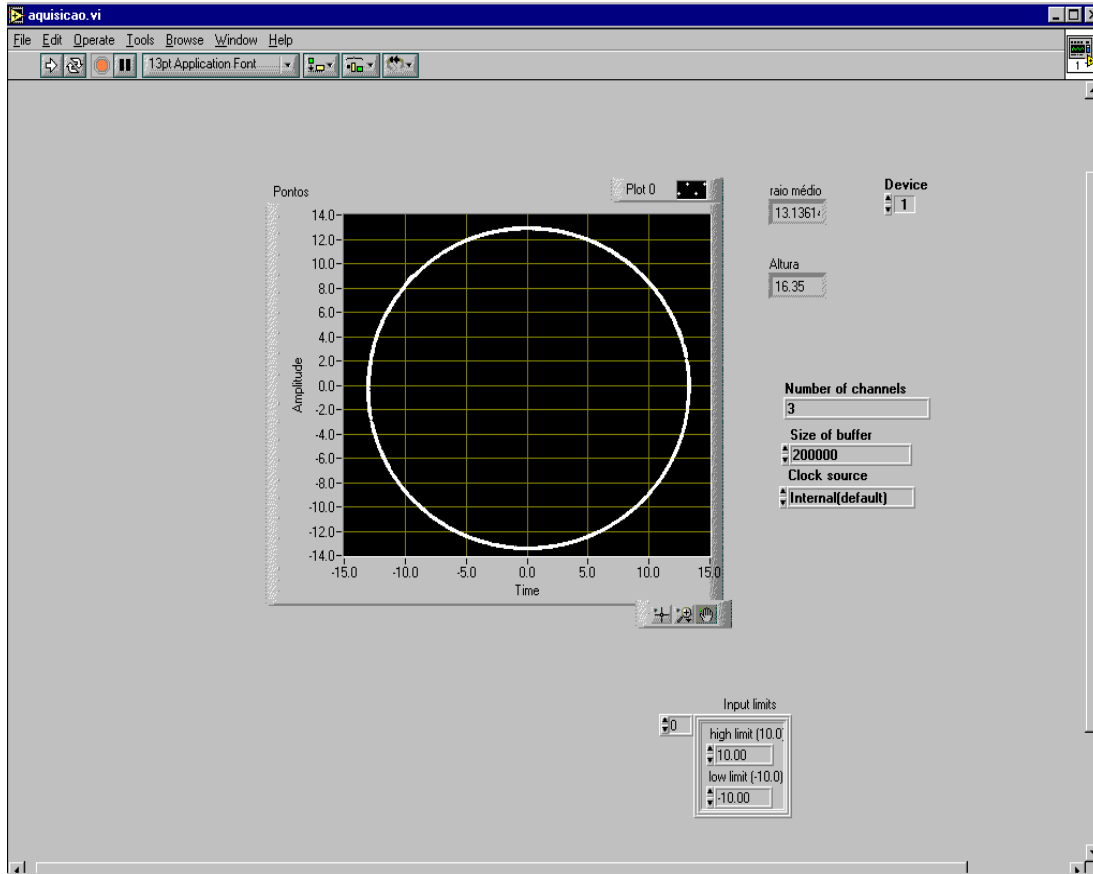


Figura 6: Nuvem de pontos referente à seção analisada da peça.

5. CONCLUSÃO

O programa elaborado permite “ler” a seção transversal de um objeto. A leitura é realizada para duas voltas da plataforma de apoio do objeto. Os testes experimentais mostraram que os resultados obtidos são satisfatórios.

Na seqüência desse trabalho o programa será adaptado para a utilização com sensor laser para a leitura da superfície do objeto, evitando erros devido ao contato do transdutor (apalpador) com o objeto.

6. REFERÊNCIAS

- Bishop, R.H., 1998, *Learning with LabVIEW*, Editora .local
- Regazzi, R.D, Pereira, P.S, Silva Jr, M.F, 2005, *Soluções Práticas de Instrumentação e Automação*.
- Fonseca, J.N, 2006, “Projeto e Controle da Mesa da Estação de Trabalho Utilizando-se da Estrutura Cartesiana Paralela”, Relatório de IC, FEMEC/UFU.
- Falco, H.S, 2005, “Dispositivo Experimental para Leitura Dimensional de Seção Transversal de Objetos”, Relatório de IC, FEMEC/UFU.

PROGRAM FOR COORDINATES ACQUISITION OF A 3D SURFACE

Werley Rocherter Borges Ferreira

Federal University of Uberlândia , School of Mechanical Engineering, Campus Santa Mônica, Uberlândia - MG
wrbferreira@mecanica.ufu.br

João Carlos Mendes Carvalho

jcmendes@mecanica.ufu.br

Abstract: The digitalization and reconstruction techniques of 3D objects can be used on different areas like in engineering, medicine and arts. One step of the process consists of getting the surface coordinates of the object. To that, in general, are used an electromechanical system associated to a computational system to control and to analyse the acquired data to reproduce the 3D surface. In this paper is presented a developed program for acquisition the points related to a transversal section of the object. The reading of the points is made by using three transducers connected to an acquisition card and a computer.

Keywords: Data acquisition, LabView®, Graphical reconstruction.