



Sistema de medição de variação de pressão e velocidade de escoamento de um fluido integrando Arduino e Matlab

Ana Maria Denardi¹ – ana.denardi@ifpr.edu.br
Anderson Rodrigo Piccini¹ – anderson.piccini@ifpr.edu.br
Aurasil Ferreira Garcia Júnior¹ – aurasil.junior@ifpr.edu.br
Eber de Santi Gouvêa¹ – eber.gouvea@ifpr.edu.br
Gustavo Henrique Bazan¹ – gustavo.bazan@ifpr.edu.br
Julio Estefano Augusto Rosa Filho¹ – julio.estefano@ifpr.edu.br
Brenner Bressan de Lima¹ – brennerbres@hotmail.com
Bruno Tokio Iaemori Filho¹ – brunofilho2001@hotmail.com
Lucas Hideki Shiki¹ – lucashlu@hotmail.com
Matheus Albuquerque do Nascimento¹ – teteunascimento@outlook.com
Rafael Coan Sardinha Pontes¹ – rafael.coan@hotmail.com
Ricardo Toshiyuki Kato (Orientador)¹ – ricardo.kato@ifpr.edu.br

1 – Instituto Federal do Paraná – IFPR Paranavaí

Resumo: O presente artigo consiste na construção de um meio de monitoramento de pressão e de velocidade de um fluido escoando no interior de um duto. O esquema baseia-se na medição da diferença de pressão, utilizando um sensor modelo MPX5050DP, entre as diferentes áreas de seções de um medidor de Venturi. Assim, através da equação de Bernoulli, pode-se determinar a velocidade de escoamento do fluido no interior do duto. O sensor de medição de pressão é gerenciado por uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre de baixo custo conhecida como Arduino. Os dados de monitoramento de pressão e a programação são controlados com a utilização do software Matlab, onde também são calculados e representados graficamente os valores de velocidade de escoamento do fluido.

Palavras-chave: Arduino. Matlab. Pressão. Velocidade. Venturi.

1. Introdução

Diversas aplicações requerem um sistema de medição e monitoramento da variação de pressão e da velocidade de escoamento de um fluido incompressível no interior de um duto, que seja confiável e de baixo custo.

Os sensores de medição de diferença de pressão MPX5050DP quando montados em um tubo de Venturi e associados a uma plataforma conhecida como Arduino, podem apresentar uma boa solução de baixo custo para o monitoramento de variação de pressão e velocidade de escoamento de um fluido, para uma aplicação onde seja necessária.

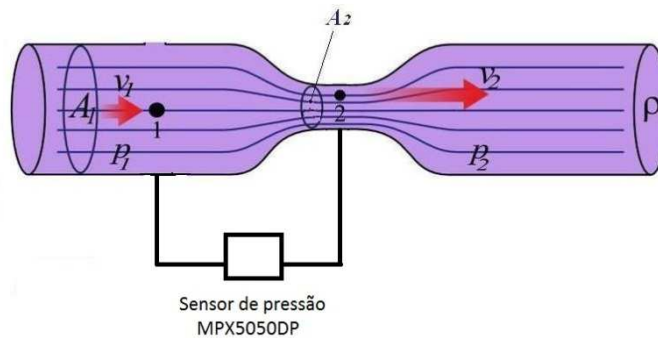
Por isso, é importante desenvolver um sistema que gerencie a coleta de dados de forma precisa utilizando o Arduino integrado com o software Matlab, permitindo que também sejam executadas ações em determinadas condições de operação.

2. Materiais e métodos

Para a construção do sistema de medição de velocidade do fluido escoando no interior de um duto de seção circular, primeiramente utilizou-se um tubo de Venturi com as características apresentadas na Figura 2.1.

Onde A representa a área da seção transversal, V é a velocidade do fluido, P é a pressão e ρ é a densidade relativa do fluido que escoar no interior do duto. Os índices 1 e 2 representam estes parâmetros nos pontos 1 e 2, respectivamente.

Figura 2.1 – Tubo de Venturi.



Fonte: Autor(2015).

Segundo Çengel (2014), considerando o escoamento em regime permanente incompressível em um tubo horizontal de diâmetro D que é restrito a uma área de escoamento (A_2) de diâmetro d , as equações de balanço de massa e de Bernoulli entre um local antes da constrição (ponto 1) e o local onde a constrição ocorre (ponto 2) podem ser escritos de acordo com as Equações 2.1 e 2.2 para o balanço de massa, e a Equação 2.3 para a equação de Bernoulli.

$$\dot{v} = A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (2.1)$$

Onde $\dot{v}$ é a vazão do fluido, A_1 e A_2 são as áreas da seção transversal nos pontos 1 e 2 respectivamente, e V_1 e V_2 são a velocidade de escoamento do fluido nos pontos 1 e 2.

Reescrevendo a Equação 2.1, isolando a velocidade no ponto 2, tem-se a Equação 2.2.

$$V_2 = \left(\frac{A_1}{A_2} \right) V_1 \quad (2.2)$$

Considerando um tubo horizontal ($z_1 = z_2$), a equação de Bernoulli pode ser escrito de acordo com a Equação 2.3.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \quad (2.3)$$

Combinando as Equações 2.2 e 2.3 e isolando V_1 , obtém-se a Equação 2.4.

$$V_1 = A_2 \sqrt{\frac{2 (P_1 - P_2)}{\rho (A_1^2 - A_2^2)}} \quad (2.4)$$

Conhecendo as áreas das seções transversais nos pontos 1 e 2, e a densidade do fluido que escoar no interior do duto, é possível calcular a velocidade do fluido no ponto 1, pois a medição da diferença de pressão provocada pelo escoamento do fluido através de um tubo de Venturi pode ser determinada através de um sensor de pressão.

Para o desenvolvimento do sistema de medição da diferença de pressão, utilizou-se uma plataforma conhecida como Arduino UNO (Figura 2.2), que controla e gerencia a leitura do sensor de pressão que, através de um cabo USB, é armazenado e exibido em um computador.

Figura 2.2- Arduino UNO

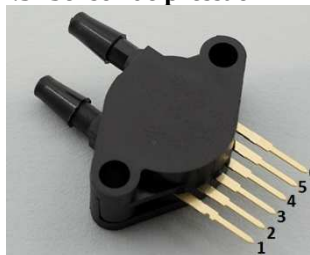


Fonte: Arduino (2015)

O Arduino é um computador que se programa para processar entradas e saídas entredispositivo e os componentes externos conectados a ele. É uma plataforma de computação física ou embarcada, ou seja, um sistema que pode interagir com seu ambiente por meio de hardware e programa. A linguagem de programação do Arduino é uma adaptação da linguagem C (GALANTE, et al., 2014).

Para a medição da diferença de pressão entre os pontos 1 e 2 foi utilizado um sensor do tipo MPX5050DP (Figura 2.3), fabricado pela Freescale Semiconductor. O sensor possui seis pinos. O pino 1 é o da saída analógica (valor analógico a ser interpretado pelo Arduino para obter a diferença de pressão), o pino 2 é o do Terra (zero volt), o pino 3 é o da alimentação (5V), e os pinos 4, 5 e 6 não são utilizados neste sistema de medição.

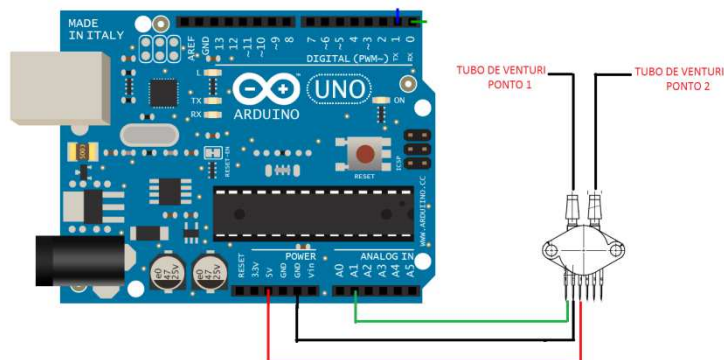
Figura 2.3- Sensor de pressão MPX5050DP



Fonte: Automalabs(2015)

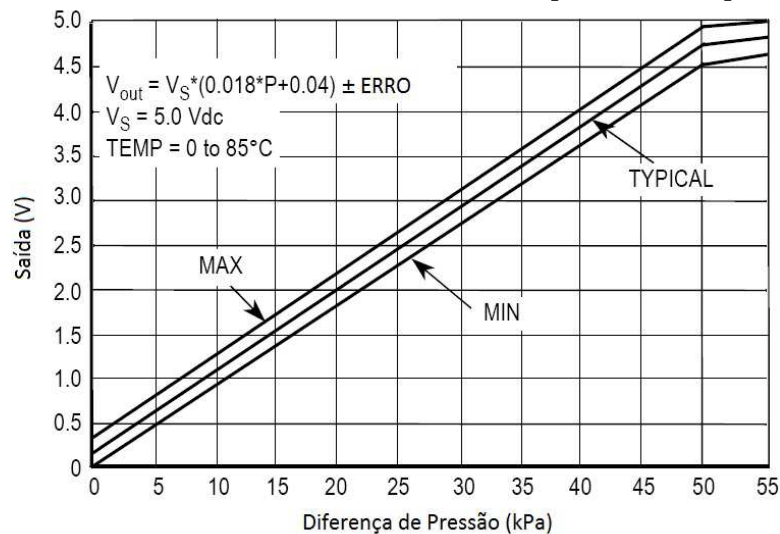
Na Figura 2.4 apresenta-se o esquema de ligação do sensor de pressão MPX5050DP com o Arduino.

Figura 2.4 – Esquema de ligação do sensor MPX5050DP.



Fonte: Autor(2015)

O MPX5050DP fornece para o Arduino um tensão que varia entre 0V a 5V. Assim, esta tensão fornecida pelo sensor ao Arduino é convertida em um valor de pressão utilizando-se o gráfico da Figura 2.5.

Figura 2.5 – Gráfico de conversão de tensão fornecida pelo sensor em pressão

Fonte: Freescale Semiconductor (2015)

Para a programação do Arduino, utilizou-se o Matlab, que é um software interativo voltado para o cálculo numérico, que pode integrar uma análise numérica com a construção de gráficos. Com isso, os resultados obtidos através do sensor de pressão MPX5050DP e do Arduino, podem ser expressos em um gráfico de evolução da pressão e da velocidade com o tempo.

Esta modelagem matemática programada pode ser realizada em determinados tipos de aplicação um sistema de controle digital, ou seja, o Matlab além de ter a funcionalidade de aquisição de dados, ele possui a função de controlar o microcontrolador com uma função transferencial de modo que o microcontrolador tome suas ações de decisão baseado no modelo matemático (TUCCI, et al., 2014).

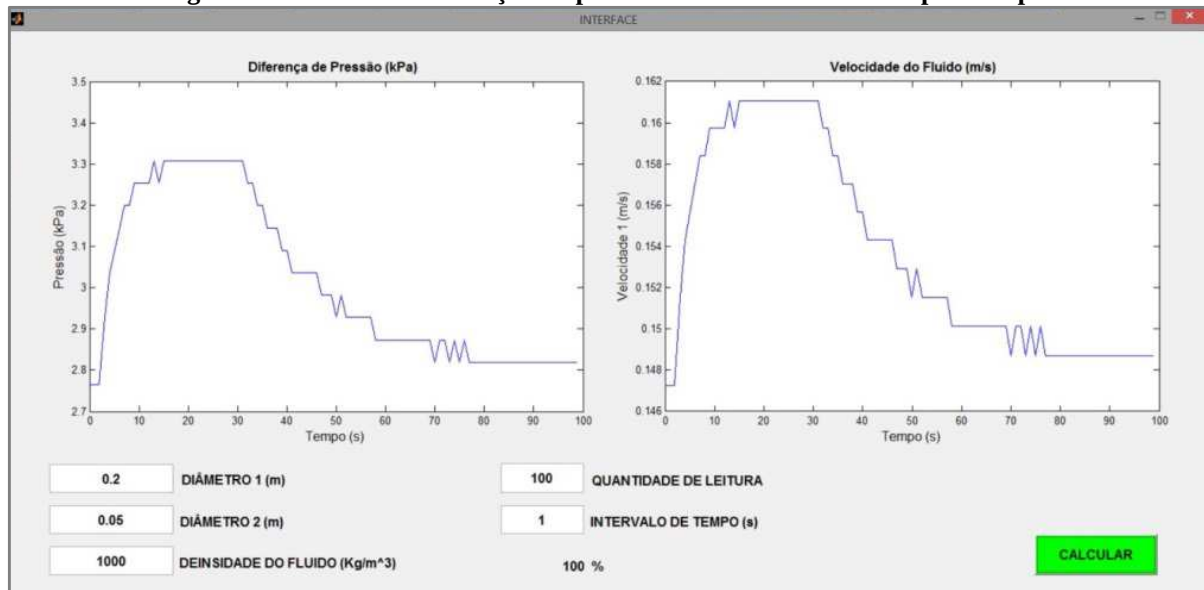
Os dados de pressão e velocidade do fluido podem ser obtidos utilizando uma interface gráfica Matlab-GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*).

3. Resultados e discussões

Para a programação da plataforma Arduino e coleta e armazenamento de dados do sensor de pressão MPX5050DP, utilizou-se o Matlab-GUIDE, criando uma interface gráfica onde são inseridos os três parâmetros fundamentais, sendo o diâmetro da seção do ponto 1, o diâmetro da seção do ponto 2 e a densidade do fluido que escoar no interior do tubo. Além desses valores, ainda são inseridos os números de medições e o intervalo de tempo de medição de pressão. E, por fim, duas áreas onde são representados graficamente os resultados da evolução da pressão e da velocidade do fluido em função do tempo. (Figura 3.1).

Fornecendo os dados de diâmetro e densidade do fluido, e definido o número de amostras e o intervalo de tempo das medições de temperatura, inicia-se o programa pressionando o botão “Calcular”. A área onde os resultados são apresentados graficamente é atualizada instantaneamente, conforme se realiza as medições. Obtendo um gráfico da evolução da pressão em função do tempo, e outro gráfico da velocidade do fluido em função do tempo (Figura 3.1).

Figura 3.1 – Gráfico de evolução da pressão e velocidade do fluido pelo tempo



Fonte: Autor (2015)

4. Conclusões

Dos resultados obtidos pelo meio de medição de pressão e cálculo da velocidade do fluido, gerenciados pelo Arduino, pode-se verificar que o dispositivo de medição desenvolvido funcionou devidamente.

Utilizando o Arduino e um sensor de pressão MPX5050DP, através do Matlab, é possível construir um sistema de medição de pressão e cálculo da velocidade do fluido de baixo custo, podendo ser aplicado em experimentos onde há a necessidade de um monitoramento constante.

O sistema desenvolvido pode ser aplicado ainda em estudos onde se deseja obter estes dados que variam ao longo do tempo. Pois as medidas exibidas em função do tempo são exibidas em um gráfico fornecido pelo Matlab-GUIDE.

5. Referências Bibliográficas

ARDUINO. Disponível em <<https://store.arduino.cc/product/A000066>>. Acesso em: 01 dez. 2015.

AUTOMALABS. Disponível em <www.automalabs.com.br>. Acesso em 03 dez. 2015.

ÇENGEL, A. Y.; CIMBALA, J. M. **Mecânica dos Fluidos: Fundamentos e Aplicações**. 1ª ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2007.

FEESCALE SEMICONDUCTOR. Disponível em <<http://www.farnell.com/datasheets/673750.pdf>>. Acesso em 03 dez. 2015.

GALANTE, A. C.; GARCIA, R. F. Sistema de aquisição de dados de sensores de baixo custo baseado no Arduino. **Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão**. São Pedro, 2014.

TUCCI, A. O.; CUNHA, M. J.; MORAIS, A. S.; MORAIS, J. S. **Proposta de desenvolvimento de uma plataforma de computacional de integração entre o Matlab e o Arduino aplicado em processos industriais**. XII CEEL. Uberlândia, 2014.