

USO DO ARDUINO UNO E DE UM SENSOR DE PRESSÃO NA MONTAGEM DE UM MEDIDOR DE PRESSÃO DE BAIXO CUSTO

USING ARDUINO UNO AND A PRESSURE SENSOR AS A LOW COST PRESSURE METER

Carlos Alexandre Brero de Campos¹, Paulo Roberto Brero de Campos²

¹ IPEM/PR; ² UTFPR

E-mail: carlosbrero@gmail.com, brerocampos@gmail.com

Resumo: Neste trabalho é apresentado um instrumento didático de medição de pressão, utilizando componentes de baixo custo, que pode ser aplicado em qualquer disciplina ligada à área de metrologia. É utilizado o sensor de pressão MPX53GP e a plataforma Arduino Uno na sua construção.

Palavras-chave: Sensor de pressão, sistema didático, Arduino, sensor piezo-resistivo.

Abstract: In this paper, is shown a didactic instrument for pressure measurement, using low cost components, that can be applied in any discipline related to the area of metrology. The MPX53GP pressure sensor and the Arduino Uno platform are used in its construction.

Keywords: Pressure sensor, didactic system, Arduino, piezo-resistive sensor.

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de pressão são amplamente utilizados em sistemas de controle [1]. Na indústria, a medição e o controle da pressão é a variável de processo mais utilizada [2]. Assim é fundamental o treinamento dos alunos das disciplinas relacionadas a metrologia nos conceitos de medição de pressão.

A formação dos alunos deve ser feita sempre num enfoque teórico e prático para que os alunos saiam com algumas competências nessa área. Mas a realidade atual é que por falta de equipamentos adequados, muitos cursos ainda trabalham os conceitos de medição apenas num enfoque teórico em detrimento da aplicação prática destes conceitos.

Neste artigo propõe-se um kit didático utilizando componentes de baixo custo na montagem de um instrumento de medição de pressão, possibilitando aos alunos a aplicação prática destes conceitos.

A escolha do sensor de pressão a ser utilizado neste artigo, foi fundamentada no atendimento aos requisitos de exatidão, sensibilidade, repetibilidade e baixo custo, o que levou ao sensor de pressão piezo-resistivo MPX53GP, já utilizado em instrumentos comerciais de uso doméstico.

Para o desenvolvimento do sistema de medição optou-se pela plataforma Arduino, tendo em vista seu baixo custo e facilidade de utilização.

O sistema proposto será ensaiado quanto a sua exatidão e repetibilidade.

Este artigo está dividido na seguinte forma: na secção 2 é feito um resumo sobre o sensor de pressão; na secção 3 é feito um resumo sobre Arduino; na secção 4 é mostrado como foi realizado o ensaio do sensor; na secção 5 são mostrados os resultados experimentais com o sensor acoplado ao Arduino e finalmente na secção da conclusão são feitas algumas considerações finais sobre o experimento.

2. SENSOR DE PRESSÃO

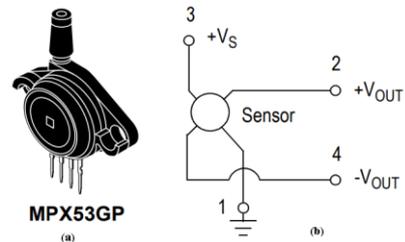
O sensor de pressão converte a pressão aplicada em um valor proporcional de tensão. A pressão (P) é a força aplicada a uma área (A) de superfície em um gás, líquido ou sólido: $P=F/A$. A pressão atmosférica (barométrica) ocorre em função do peso da atmosfera (ar e vapor de água) na superfície da Terra, [3].

Sensores de pressão de silício monocristalino são bastante usados atualmente. As vantagens desses tipos de sensores são: alta sensibilidade, boa linearidade a temperatura constante, capacidade de seguir mudanças de pressão sem histerese. As desvantagens são: grande *offset* inicial (até 100% de fundo de escala ou mais), grande alteração do *offset* com a temperatura, forte dependência não linear do fundo de escala com a temperatura [4].

O sensor utilizado foi o MPX53GP. O desenho e o diagrama esquemático do sensor são mostrados na figura 1.

A faixa de pressão do sensor é de 0 a 50 KPa, com 60 mV de fundo de escala de saída, para tensão de alimentação $V_s = 3V$, [5]. A sensibilidade típica é dada pelo fabricante como sendo 1,2 KPa/mV, para $V_s=3V$ e a 25 °C. Para a tensão de alimentação de 5V, estes valores são recalculados para 100 mV de fundo de escala e sensibilidade de 2KPa/mV.

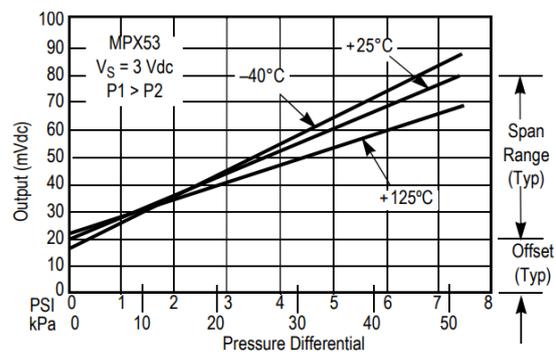
Figura 1. (a) Desenho do sensor MPX53GP; (b) Diagrama esquemático do sensor com a indicação dos pinos.



Fonte: [5]

Na figura 2 são mostradas as curvas de tensão do sensor em função da pressão diferencial.

Figura 2. Curvas da tensão de saída versus pressão diferencial



Fonte: [5]

3. ARDUINO UNO

O Arduino Uno é uma plataforma de baixo custo, que foi desenvolvida para ser utilizada por alunos independente do seu conhecimento de hardware e software [6].

O Arduino Uno possui internamente um conversor analógico para digital (Conversor A/D) de 10 bits. Normalmente o Arduino utiliza como tensão de referência para o Conversor A/D a própria tensão de alimentação, 5 V. Mas esta tensão pode variar em função de como o Arduino é alimentado (pela entrada USB ou por uma fonte externa). Como uma funcionalidade a mais, o Arduino possibilita utilizar como tensão de referência para o Conversor A/D uma tensão

interna de 1,1 V. Esta tensão é mais estável do que a tensão de alimentação. Com isso a máxima tensão que o conversor A/D pode ler fica limitada a 1,1 V.

A vantagem em usar a tensão de referência de 1,1 V, é que a resolução do conversor A/D será igual a $1,1/1024=1,074$ mV.

O valor da pressão será lido na tela do microcomputador, através do ambiente do Arduino ou através de outro programa, como, por exemplo, o Matlab.

4. ENSAIO DO SENSOR

Para os ensaios de exatidão e repetibilidade utilizou-se, como referência, um padrão digital de pressão, calibrado pelo INMETRO, da marca ONNKEN modelo OM-HM 621S, com resolução de 0,1 mmHg e faixa de medição de 0 a 375 mmHg e um termobarohigrometro com resolução de 0,1 °C.

O sensor foi alimentado com uma tensão de 5V e foi acoplado ao padrão de pressão ONNEKEN.

Para o ensaio de exatidão foram realizadas 2 ciclos de medição em 6 pontos entre os valores 0 mmHg e 300 mmHg. Optou-se também por ciclos crescentes e decrescentes para se avaliar a histerese.

Para o ensaio de repetibilidade foram realizadas dez medições subsequentes no ponto 120 mmHg, respeitando-se todas as condições necessárias para este tipo de ensaio.

Antes de iniciar a medição o sensor ficou climatizando 30 minutos no laboratório à temperatura de ensaio e foi submetido a pressão de 300 mmHg por 2 ciclos.

Nas tabelas 1 e 2 são mostradas as medições realizadas a 20,6°C e a 14°C, respectivamente.

Tablela 1 – Primeira medição ciclo crescente-decrescente (T=20,6°C).

Ciclo crescente		Ciclo decrescente	
mmHg	mV	mmHg	mV
70,4	49,9	70,4	49,9
117,7	62,4	117,7	62,4
170,2	76,4	170,2	76,4
195,1	83,0	195,1	83,0
222,8	90,4	222,8	90,4
269,9	103,0	269,9	103,0

Fonte: os Autores (2017).

Tablela 2 - Segunda medição ciclo crescente-decrescente (T=14°C).

Ciclo crescente		Ciclo decrescente	
mmHg	mV	mmHg	mV
77,2	51,9	77,2	51,9
120,4	63,5	120,4	63,5
173,9	77,9	173,9	77,9
196,2	83,9	196,2	83,9
221,0	90,6	221,0	90,6
274,4	105,0	274,4	105,0

Fonte: os Autores (2017).

Através dos resultados apresentados nas tabelas 1 e 2, é possível calcular o fator de sensibilidade do sensor, obtendo-se $S=1,982$ KPa/mV para os dados da tabela 1, com $T=20,6^{\circ}\text{C}$, e $S= 2,004$ KPa/mV para os dados da tabela 2, com $T=14^{\circ}\text{C}$, confirmando que a sensibilidade varia com a temperatura, como era previsto pela figura 2. Pelas medições conclui-se que o sensor não apresentou histerese.

5. ENSAIO DO SENSOR CONECTADO AO ARDUINO

Para o ensaio de repetibilidade foram realizadas dez medições sucessivas no ponto 120 mmHg.

O sensor foi conectado ao Arduino da seguinte forma: pino 4 do sensor, ao terra do Arduino e pino 3 do sensor, à entrada do conversor A/D.

Na tabela 3 são mostradas as medições da pressão com o Arduino e da pressão do padrão de

referência. São mostrados também os valores das tensões médias no sensor.

O Conversor A/D do Arduino possui exatidão de ± 2 bits menos significativos. Isto significa que os dois bits menos significativos podem variar para um mesmo valor de medida. Para baixos valores de tensão, como medidos neste artigo, é possível verificar que a tensão medida varia dentro desta faixa. Por isso foi utilizado o valor médio da tensão medida.

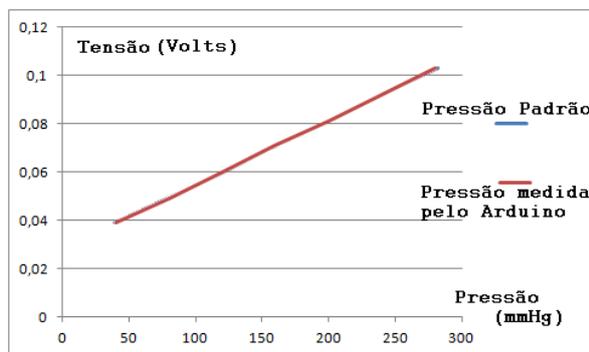
Tabela 3 – Resultados da medição (tensão média) utilizando o Arduino.

Pressão Padrão (mmHg)	Pressão medida no Arduino (mmHg)	Tensão (Volts)	Erro da pressão medida (mmHg)
40	39,46	0,039	-0,54
80	78,52	0,049	-1,48
120	121,49	0,06	1,49
160	160,55	0,071	0,55
200	199,61	0,081	-0,39
240	238,67	0,092	-1,33
280	281,64	0,103	1,64

Fonte: os Autores (2017).

Na figura 3 é mostrado o gráfico dos dados da tabela 3, onde é possível ver que as curvas das medições do Arduino e do padrão ficaram muito próximas.

Figura 3 – Gráfico comparando as medições de pressão no Arduino com as do padrão de pressão.



Fonte: os Autores (2017).

6. CONCLUSÃO

Neste artigo foram feitos ensaios no sensor de pressão para testar sua repetibilidade e exatidão.

No ensaio do sensor, a repetibilidade e a exatidão alcançaram resultados que garantem confiabilidade na medição. Contudo o ensaio do sensor acoplado ao Arduino, demonstrou desvio na exatidão em função da exatidão absoluta do conversor A/D, mas apresentou valores adequados de repetibilidade. Na medição do sensor não se constatou histerese.

Considerando que o instrumento de medição será utilizado para fins didáticos e que os ensaios de repetibilidade demonstraram estabilidade na medição, possibilitando a correção do erro durante a sua utilização com confiabilidade, entende-se que o experimento é adequado para utilização no ensino dos conceitos metrológicos.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Dransfield, P. Engineering Systems and Automatic Control, Prentice-Hall, 1968.
- [2] Cassiolato, C. Medição de pressão: características, tecnologias e tendências. Disponível em <http://www.smar.com/newsletter/marketing/index23.html> acesso em 10/07/17.
- [3] Freescale technology forum 2014. Extrinsic Pressure Sensors in the Medical Market. Disponível em <http://cache.freescale.com/files/training/doc/ftf/2014/FTF-HCR-F0174.pdf> acesso em 10/07/17.
- [4] Maxim Integrated. Demystifying Piezoresistive Pressure Sensors. Application note 871. Disponível em <https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/871> acesso em 10/07/17.
- [5] Motorola. Silicon pressure sensors. Disponível em <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/motorola/MPXV53GC6T1.pdf> acesso em 10/07/17.
- [6] Arduino. Disponível em <https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs> acesso em 19/05/17.