

VALIDAÇÃO DE UM MEDIDOR DE VAZÃO DO TIPO ULTRASSÔNICO SEGUNDO A PORTARIA Nº 295 DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO

Lucas Ribeiro Barzotto (PIBIC/FA), Matheus Kenzo Shimizu (PIBIC/FA),
Sandro Rogério Lautenschlager (Orientador), e-mail: srlager@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Engenharia Civil - Engenharia Hidráulica.

Palavras-chave: sensor ultrassônico, medidor de vazão, validação de sensores.

Resumo:

Sensores ultrassônicos de medição de vazão são sensores que possuem benefícios como boa exatidão e baixa manutenção. Porém, também possuem algumas limitações relacionados ao seu funcionamento. Diante disso, este trabalho visa pré-validar duas placas de controle de transdutores ultrassônicos, da empresa Texas Instruments, de acordo com os critérios de determinação dos erros da Portaria nº 295 do INMETRO. Com os ensaios, foi possível verificar que a placa TDC1000-TDC7200EVM não apresentou resultados consistentes e a placa EVM430-FR6047 apresentou bons resultados, mas ainda com erros percentuais maiores que os definidos pela Portaria. Foi verificado também que a presença de bolhas na tubulação gerou erros de leitura, mas que podem ser corrigidos com o uso de filtros digitais.

Introdução

Sensores ultrassônicos são amplamente utilizados nas indústrias e laboratórios, possuindo benefícios como baixa manutenção (não possui partes móveis), boa exatidão e a possibilidade de verificar regularmente as condições do medidor. Para a medição de vazão, normalmente este sensor é constituído de transdutores ultrassônicos posicionados de forma que a onda ultrassônica emitida por um transdutor chegue no outro. Seu princípio de funcionamento baseia-se no tempo de voo desta onda, que pode ser relacionado à vazão do sistema (Texas Instruments, 2015). Note que a presença de bolhas ou partículas no fluido pode causar erros de leitura, pois elas podem modificar a velocidade de propagação da onda, além de gerar reflexões e refrações. A empresa Texas Instruments possui dois módulos de avaliação para medição de vazão com transdutores ultrassônicos: a placa EVM430-FR6047 e a placa TDC1000-TDC7200EVM.

Visando pré-validar ambas as placas em relação a seus erros de medição, pode ser adotado como referência os critérios da Portaria nº 295 (Brasil, 2018), e assim verificar se os métodos adotados pelas placas possuem potencial para se tornar um produto. Para este processo são definidas as vazões Q_1 (mínima), Q_2 (transição), Q_3 (permanente) e Q_4 (sobrecarga), sendo que os ensaios de determinação dos erros da medição de volume devem ser realizados entre Q_1 e $1,1 Q_1$, Q_2 e $1,1 Q_2$ e $0,9 Q_3$ e Q_3 . Com isso, é possível medir os erros percentuais, de acordo com a Equação 1 fornecida pela Norma N° NIT-SEFLU-015 (INMETRO, 2019) e determinar a classe de exatidão do medidor, verificando se ele está apto ou não a ser comercializado no Brasil.

$$E = \frac{(L_f - L_i) - V_e}{V_e} \times 100 \quad (1)$$

Materiais e métodos

Foram determinadas as vazões $Q_1 = 0,025 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_2 = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_3 = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ e $Q_4 = 5 \text{ m}^3/\text{h}$. Com base nestas vazões, um sistema hidráulico foi montado, sendo alimentado por uma bomba centrífuga Schneider modelo BCR-2010 e registros foram utilizados para que fosse possível controlar a vazão de água que passava pelos sensores ultrassônicos. Para analisar ambas as placas simultaneamente, dois sensores foram montados em série na tubulação, sendo ambos do modelo HS0014-000 do fabricante Audiowell (1 MHz). Para baixas vazões os sensores foram conectados diretamente na torneira do local. O sistema completo pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 – Sistema hidráulico utilizado para realização dos ensaios.

Os métodos que devem ser adotados na verificação e inspeção metrológica de medidores de água são fixados pela Norma N° NIT-SEFLU-015 (INMETRO, 2019), que determina como método padrão o volumétrico em bancadas convencionais. Porém, devido à falta de equipamentos calibrados, o método utilizado para determinação da vazão e do volume de referência foi

o gravimétrico. Neste método, foi utilizada uma balança modelo SF-400, um cronômetro digital modelo Liveup Sports e um termômetro modelo Incoterm 18252. Porém, para vazões entre 3000 e 6000 litros por hora, é necessário utilizar como referência de volume no mínimo 100L, o que inviabilizou o uso da balança, que possui limite de massa. Diante disso, para minimizar os erros, um recipiente foi calibrado em 15 L e foi utilizado nos ensaios para a vazão Q_3 . Os dados das placas foram coletados utilizando os softwares indicados pelo fabricante e os dados foram analisados utilizando o software MATLAB 2019. Para todos os experimentos, foram coletadas diversas amostras e analisadas sua média e sua incerteza-padrão, a fim de reduzir os erros de medições.

Resultados e Discussão

Foram realizados diversos testes com a TDC1000-TDC7200EVM, porém, não foi possível obter dados confiáveis devido a grandes oscilações na medição. Para a placa EVM430-FR6047 foram obtidos os resultados da Tabela 1, para uma temperatura da água de 24°C (Q_1 e Q_2) e 21°C (Q_3).

Tabela 1 – Resultados obtidos com a placa EVM430-FR6047.

	$Q_1 < Q < 1,1 Q_1$	$Q_2 < Q < 1,1 Q_2$	$0,9 Q_3 < Q < Q_3$
Vazão do Sistema (m³/h)	$(25,48 \pm 0,17) \times 10^{-3}$	$(41,98 \pm 0,05) \times 10^{-3}$	$3,90 \pm 0,08$
Volume Escoado (m³)	$(638,45 \pm 4,13) \times 10^{-6}$	$(1226,77 \pm 1,42) \times 10^{-6}$	$0,015 \pm 0,0003$
Volume Medido (m³)	$(595,31 \pm 40,63) \times 10^{-6}$	$(1208,35 \pm 37,44) \times 10^{-6}$	$0,0143 \pm 0,0011$
Erro percentual (%)	-6,757	-1,501	-4,73
Volume Medido Filtrado (m³)	$(610,92 \pm 35,28) \times 10^{-6}$	$(1238,13 \pm 39,91) \times 10^{-6}$	$0,0157 \pm 0,001$
Erro percentual (%)	-4,731	0,926	4,86

Foi verificado que nas transições de escoamento, como por exemplo, no abrimento e fechamento dos registros, a formação de bolhas levou o sensor a realizar medições sem sentido, inclusive, de sinal oposto, o que torna a placa inviável para ser utilizada para medição de volume ou vazão. Porém, como a placa é microcontrolada, é possível utilizar soluções computacionais para reduzir as medições incorretas que ocorrem nestes casos. Um exemplo é a aplicação de um filtro mediano, que remove picos aleatórios dos dados, resultando em um erro mais baixo, como pode ser observado na Tabela 1 e na Figura 2. Vale lembrar, porém, que o uso de filtros pode distorcer a medição real do sensor.

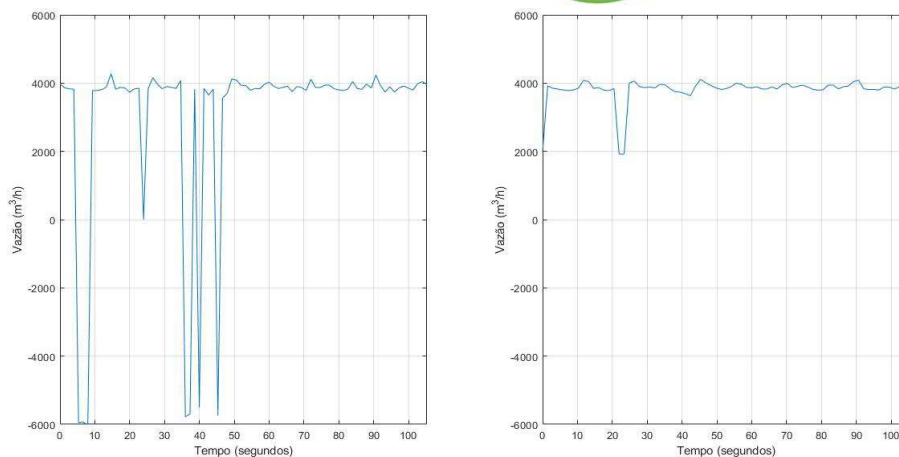


Figura 2 – Comparação entre os dados da placa EVM430-FR6047 sem e com filtragem.

Conclusões

A placa TDC1000-TDC7200EVM, por apresentar muita oscilação nos dados, foi desconsiderada nos ensaios. Já a placa EVM430-FR6047 apresentou bons resultados, desde que não houvessem bolhas na tubulação, porém, ainda assim, ela não se enquadra nos erros máximos definidos pela Portaria nº 295 do Inmetro. Vale lembrar que os métodos utilizados não são os mesmos definidos pela norma, devido à falta de equipamentos, e possuíam um alto erro associado. Ainda assim, foi possível analisar a possibilidade da utilização das placas da Texas Instruments como medidores de vazão, e verificar suas vantagens e limitações.

Agradecimentos

FINEP, CNPq, CAPES, FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA e UEM.

Referências

Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. Norma N° NIT-SEFLU-015, de setembro de 2019. Revisão 03. **Verificação e Inspeção de Medidores de Água em Bancadas Convencionais**. Rio de Janeiro: INMETRO, 2019.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC; Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia - INMETRO. **Portaria nº 295, de 29 de junho de 2018**. Brasília, DF: MDIC; Duque de Caxias, RJ: INMETRO, 2018.

TEXAS INSTRUMENTS. **Ultrasonic Sensing for Water Flow Meters and Heat Meters**. Dallas, TX: Texas Instruments, 2015. Disponível em: <<http://www.ti.com/lit/an/snua020/snua020.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2020.