

DESENVOLVIMENTO DE UM MEDIDOR DE NÍVEL E FLUXO DE LÍQUIDO POR ULTRASSOM

Pedro Henrique Mendes Schuelter (PIC/UEM), Rafael Krummenauer (Orientador), e-mail: rkrummenauer2@uem.br

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

Área: Engenharias / Subárea: Engenharia Elétrica / Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação

Palavras-chave: Ultrassom, Instrumentação Eletrônica, Sistemas Microcontrolados.

Resumo

Este trabalho aborda a implementação de um medidor de fluxo e de nível de diversos fluídos, em especial a água, através do uso de transdutores de ultrassom acionados pelo módulo de desenvolvimento TDC1000-TDC7200EVM. Para realização dos experimentos foi desenvolvido em CAD um recipiente de nível e uma coluna para medição de fluxo a partir do software Autodesk Fusion 360, os quais foram impressos em impressora 3D. As informações adquiridas pelos transdutores, são avaliadas por meio do TOF (*Time of Flight*), a qual consiste no tempo de trânsito de um sinal ultrassônico por um determinado meio material. Os resultados são apresentados de forma visual pela IDE TDC1000_7200, disponibilizado pela empresa Texas Instruments.

Introdução

Os medidores de nível e de fluxo se utilizam da técnica Time of Flight (TOF), na qual o tempo de trânsito de uma forma de onda conhecida é medido a partir de transdutores ultrassônicos, os quais emitem sinais que se propagam da superfície do material e por conseguinte no fluído no qual se deseja saber o nível ou fluxo por um determinado recipiente (LINGAM, 2017). Este método é comumente utilizado em experimentos/aferições de campo a fim de se obter um uso mais apurado de recursos como o gás natural, água, petróleo, etc., com um viés tanto econômico quanto ambiental, agregando valor ao produto (MINASI, 2015).

Materiais e métodos

Este projeto visa a implementação de um medidor de nível e fluxo a partir do uso do módulo de desenvolvimento TDC1000-TDC7200 da Texas Instruments, juntamente do uso dos sensores ultrassônicos, dos quais o SMD15T21R111WL da Steminc, para a medição de nível e CN1501541594 da XIN NUO QI para a medição de fluxo (LEE, 2015).

Estes sensores são os responsáveis pelo envio de sinais ultrassônicos os quais a partir de suas reflexões no recipiente fornecem o tempo de propagação (TOF) pelo fluido. Utilizando-se do tempo de trânsito, é possível obter o nível do fluido no reservatório e o fluxo do fluido por um duto de passagem. Estas informações são obtidas pelo equacionamento específico para nível e fluxo, no qual este último, consiste na variação do tempo de trânsito, devido a passagem de fluido pelo duto que por sua vez gerará uma angulação neste sinal.

Em que para a medição de nível temos:

$$TOF = \frac{2h}{V_f} \quad (1)$$

De modo que, “TOF” é o tempo de trânsito, “h” é o nível de líquido do recipiente e por fim, V_f é a velocidade de propagação do som no fluido.

Para a medição de fluxo, o equacionamento é:

$$t_{AB} = \frac{(L + D)}{V_f + \text{fluxo} \times \cos(\alpha)} \quad (2)$$

e

$$t_{AB} = \frac{(L + D)}{V_f - \text{fluxo} \times \cos(\alpha)} \quad (3)$$

Por fim

$$\Delta TOF = t_{AB} - t_{BA} \quad (4)$$

Sendo que, “ t_{AB} ” é o tempo de trânsito do ponto A para o B, “L” é a distância entre os sensores, V_f é a velocidade do som no líquido, alpha é o ângulo formado entre a propagação com o fluxo do líquido, “ t_{BA} ” é o tempo de trânsito de B até A e por fim, “ ΔTOF ” é a variação do tempo de trânsito.

A partir disto, sabendo as dimensões dos recipientes pode-se calcular o volume de fluido. Os dados obtidos são mostrados na plataforma TDC1000_7200 da Texas Instruments, mostrados através de gráficos, além de que esta mesma plataforma é responsável pela configuração do microcontrolador, ao carregar-se os scripts específicos para nível e fluxo.

Os recipientes utilizados foram projetados pelo software Autodesk Fusion 360, plataforma de desenvolvimento em 3D, posteriormente implementados pela impressora 3D. Para implementar todo o sistema de medição de fluxo e nível, optou-se por projetar os recipientes em um software 3D como mencionado anteriormente. Para adaptação do recipiente de fluxo, utilizou-se de tubo cristal de 3/4”, além de meia garrafa PET com função de funil para facilitar a inserção de fluido. A fim de se limitar o fluxo de saída, utilizou-se de um plástico com furos para se manter um fluxo de saída constante. Para melhor desempenho e confiabilidade no projeto, a projeção 3D conta com um local específico de acoplamento para os sensores a fim de reduzir interferências externas, além do isolamento por cola quente, também com finalidade de isolar o sistema. Para que a aderência fosse de fato consolidada, os sensores foram colados na superfície, visto que é necessária uma alta aderência para que de fato os sinais ultrassônicos pudessem ser transmitidos. As informações por sua vez,

são processados pelo módulo de desenvolvimento TDC1000-7200EVM e mostrados graficamente na plataforma correspondente TDC1000_7200. Para isto, faz-se o carregamento das configurações do microcontrolador na própria plataforma.

Resultados e Discussão

Para a medição de nível, no início da análise gráfica, esta se mantém em uma determinada constância de leitura mínima do tempo de trânsito (TOF), a partir do momento em que é introduzido água no recipiente, o TOF tende a aumentar, indicando desta forma, que está havendo um eco devido à reflexão do sinal, permitindo a aferição do nível de fluido no recipiente. Este sinal é transmitido em tempo real para a IDE, sendo mostrado graficamente, em que sua dependência, relaciona o TOF com o tempo decorrido. Este fato, pode ser observado na Figura 1.

Os valores obtidos podem sofrer alterações devido a interferências externas, mesmo com todas as precauções tomadas para isolação, além de pequenas ranhuras as quais decorrem devido a imperfeições do recipiente por conta da impressão 3D.

Já para a medição de fluxo, em sua análise gráfica é possível observar que, a variação do tempo de trânsito é negativa, isto ocorre pelo fato da disposição dos sensores no recipiente, visto que, ao se adotar um sensor como referencial, caso o fluxo seja o contrário do esperado, a medição se dará por um valor negativo. Portanto, esta ocorrência é apenas enxergada como uma mudança de referencial, já que, o valor encontrado está de acordo com o esperado, visto que, a saída do recipiente é controlada, promovendo assim um valor constante de vazão. As variações observadas, são decorrentes de imperfeições do recipiente devido a impressão 3D e também devido ao fato do mesmo não estar totalmente fixado, conseqüentemente, gerando turbulências na aferição. Tais registros, podem ser visualizados na Figura 2.

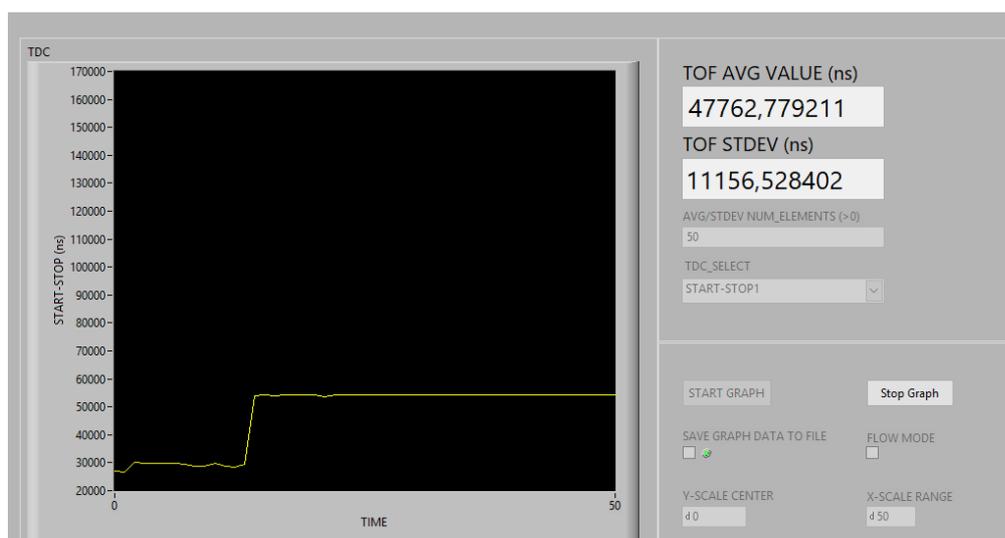


Figura 1: Resposta do tempo de trânsito em relação a medição de nível.

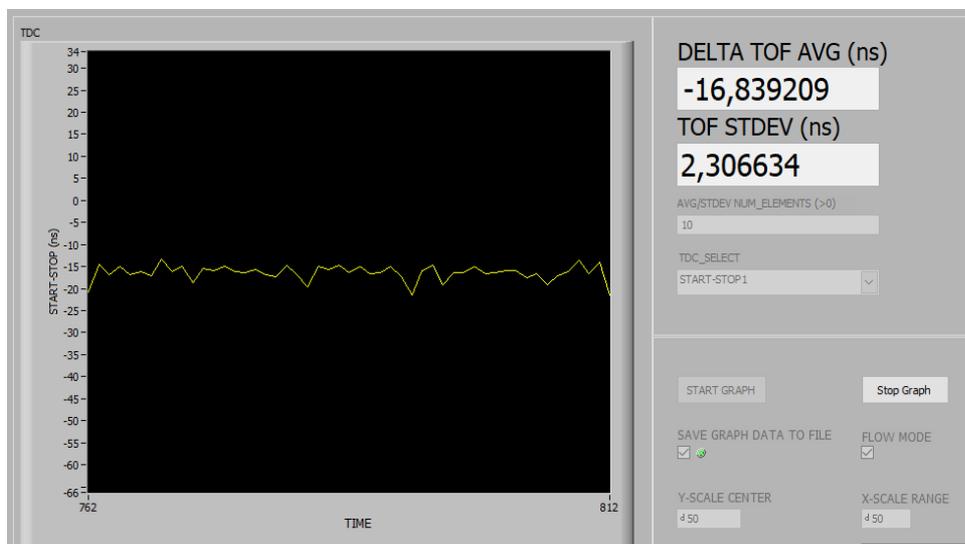


Figura 2: Resposta da variação do tempo de trânsito em relação ao fluxo.

Conclusões

Neste projeto foi desenvolvido um medidor de nível e fluxo, no qual os recipientes para ensaio foram projetados via software 3D e posteriormente impressos. Os resultados obtidos nos testes confirmam a funcionalidade do sistema, tanto de nível quanto de fluxo. Esta validação se dá pela IDE proporcionada pela Texas Instruments, de modo a facilitar a análise a partir de gráficos e pela sessão “Nível de Tanque”. Todo este processo foi realizado devido a utilização do módulo de desenvolvimento TDC1000-TDC7200EVM da Texas Instruments.

Referências

LEE, A., *SNAA220A - Ultrasonic sensing basics for liquid level sensing, flow sensing, and fluid identification applications*, **Application Report**, Texas Instruments, 2015. Disponível em: < <http://www.ti.com/lit/an/snua220a/snua220a.pdf> >. Acesso em: 22/07/2019.

LINGAM, S., *Ultrasonic sensing technology for flow metering*, **White paper**, Texas Instruments, 2017. Disponível em: < <http://www.ti.com/lit/wp/sway007/sway007.pdf> >. Acesso em: 22/07/2019.

MINASI, M., *SNAA266A – How to select and mount transducers in ultrasonic sensing for level sensing and fluid ID*, **Application Report**, Texas Instruments, 2015. Disponível em: < <http://www.ti.com/lit/an/snua266a/snua266a.pdf> >. Acesso em: 22/07/2019.