



Desenvolvimento de um hidrômetro digital utilizando o KIT TDC1000-TDC7200EVM da Texas Instruments

Ex.: Evandro Junior Rodrigues¹ – ejrodrigues2@uem.br
Sandro Rogério Lautenschlager¹ – srlager@uem.br
Cid Marcos G. Andrade² – cid@deq.uem.br

1 – Universidade Estadual de Maringá – UEM Maringá

Resumo: Neste Artigo, foram realizados experimentos com o kit TDC1000-TDC7200EVM da Texas Instruments, com a finalidade de desenvolver um hidrômetro digital para verificar o consumo de água. O objetivo foi comparar os resultados medidos de fluxo de água pelo kit da texas com os resultados obtidos manualmente para verificar a precisão e a estabilidade que o kit da texas oferece. O procedimento utilizado é medir o fluxo de água manualmente e calcular sua vazão (V) em m/s. Ao mesmo tempo, observar o valor do tempo que o software da texas informa e calcular manualmente sua vazão (V) em m/s.; assim, como resultado, será possível determinar se o kit da texas é estável e confiável para poder toma-lo como referência para um desenvolvimento de um hidrômetro digital.

Palavras-chave: Hidrômetro digital; KIT TDC1000-TDC7200EVM; Medidor de água com transdutor ultrassônico.

1. Introdução

Os hidrômetros existentes hoje no Brasil, são em sua maioria analógicos, ou seja, eles funcionam com engrenagem que faz o monitoramento do consumo de água e este consumo é medido em metros cúbicos. Para identificar a quantidade de água consumida para cada residência, é necessário ir ao local em que o hidrômetro esteja instalado, pois deve-se anotar os números indicados pelo ponteiros do hidrômetro. Assim, as empresas que detêm a concessão dos serviços públicos de saneamento básico, precisam contratar diversos agentes para realizar este serviço. Ainda neste contexto e com um fator agravante, os índices de perdas de água produzida e tratada são de 36,7%, segundo levantamento realizado pelo Serviço Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) ano 2014.

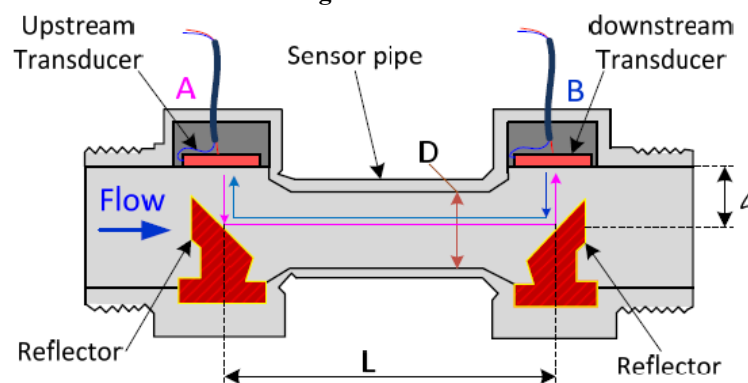
Desta forma, com o desenvolvimento do hidrômetro digital, seria possível utilizar plataformas de comunicação sem fio para realizar a transmissão dos dados de consumo, podendo verificar o consumo em qualquer momento, além

contar com uma aferição mais precisa.

2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento do hidrômetro digital, foi utilizado o Kit TDC1000-TDC7200EVM da Texas Instruments, para realizar a medição de vazão de água por meio do transdutor ultrassônico, conforme pode ser visualizado na figura 1.

Figura 1 – Tubo ultrassônico de medidor de fluxo de água



Fonte: SNIA020 – Texas Instruments (2015)

Este medidor contém 2 sensores ultrassônicos, que estão separados por uma distancia “L” e de diâmetro “D”, onde em seu interior contém um refletor com ângulo de 45 graus.

Este kit conta com 1 microcontrolador M430F5528 que tem capacidade de processamento suficientemente rápido para poder processar os dados obtidos pelos sensores e calcular a vazão de água. Além disso, é econômico quanto ao consumo de energia.

Como método principal, será medida a vazão de água manualmente e, na sequência,

verificada a vazão registrada pelo software desenvolvido pela Texas, específico para o kit TDC1000-7200-EVM.

Para poder realizar estas medições, primeiramente, foi construído um sistema com um balde e uma bomba de água submersa, conforme a figura 2.

Figura 2 – Balde usado para realização dos experimentos



A bomba envia a água para uma mangueira que é conectada aos sensores de fluxo de água. A saída destes sensores, está conectada a uma torneira que tem o objetivo de atuar no fluxo de água. Por fim, a torneira está conectada a uma mangueira que envia a água de volta para o balde.

A configuração do kit TDC1000-TDC7200EVM, para realizar as medições de fluxo de água, necessita que se encontrem os parâmetros corretos dos sensores e os insira no software da Texas manualmente, conforme figura em anexo. Também é possível carregar estes parâmetros por meio de um arquivo pré-configurado .txt.

Como resultado, o software irá mostrar o valor de Δ_{TOF} , que é o valor do tempo medido em nano segundo. Segue abaixo a fórmula:

$$\Delta_{TOF} = TOF_{BA} - TOF_{AB} \quad (2.1)$$

Assim Δ_{TOF} é proporcional a velocidade do fluxo do meio no tubo. O software da Texas mostra o valor do tempo Δ_{TOF} a todo o momento em que está realizando o experimento, porém, para compreender este valor é necessário calcular manualmente a velocidade média do fluxo com

base em Δ_{TOF} .

TOF é de Time-of-Flight, é o tempo do ultrassom para viajar de um sensor para outro:

$$TOF = \frac{\text{Distância entre os transdutores}}{\text{Velocidade do Som}} \quad (2.2)$$

De acordo com relatório de aplicação da Taxas (SNIA020, 2015), TOF é:

$$TOF_{AB} = \frac{1}{c} l + \frac{L}{c+V} + \frac{1}{c} l \quad (2.3)$$

$$TOF_{BA} = \frac{1}{c} l + \frac{L}{c-V} + \frac{1}{c} l \quad (2.4)$$

Onde:

$l = D/2$, sendo que D é o diâmetro interno do tubo;

C = Velocidade do som no meio;

V = Velocidade média do fluido no tubo.

Desta forma, rearranjando os termos e resolvendo para V:

$$TOF_{AB} = \frac{2}{c} l + \frac{L}{c+V} \quad (2.5)$$

$$TOF_{AB} = \frac{D}{c} + \frac{L}{c+V} \quad (2.6)$$

$$\Delta_{TOF} = \left(\frac{D}{c} + \frac{L}{c-V} \right) - \left(\frac{D}{c} + \frac{L}{c+V} \right) \quad (2.7)$$

$$\Delta_{TOF} = \left(\frac{L}{c-V} \right) - \left(\frac{L}{c+V} \right) \quad (2.8)$$

$$\Delta_{TOF} = \frac{(c+V)L - (c-V)L}{c^2 - V^2} \quad (2.9)$$

$$\Delta_{TOF}(c^2 - V^2) = 2VL \quad (2.10)$$

Como a velocidade do Som é muito maior que a velocidade média do fluxo V, logo:

$$\Delta_{TOF}(c^2) = 2VL \quad (2.21)$$

$$V = \frac{\Delta_{TOF}(c^2)}{2L} \quad (2.32)$$

Portanto, é possível verificar no software da Texas o Δ_{TOF} e realizar o cálculo manualmente da velocidade média do fluxo de água que está passando em determinado momento no tubo junto ao sensor.

Finalmente, para verificar se os parâmetros dos sensores ajustados à placa da Texas estão corretos, ou seja, para observar se o

valor que está sendo mostrado pelo software está correto, é aferida manualmente a velocidade do fluxo de água, examinando quanto tempo leva para encher um recipiente de 1 litro. Assim:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (2.43)$$

$$V = \frac{(1/T)/1000}{(\pi D^2)/4} \quad (2.54)$$

Onde:

Q = Vazão (m/s);

A = Área (m²);

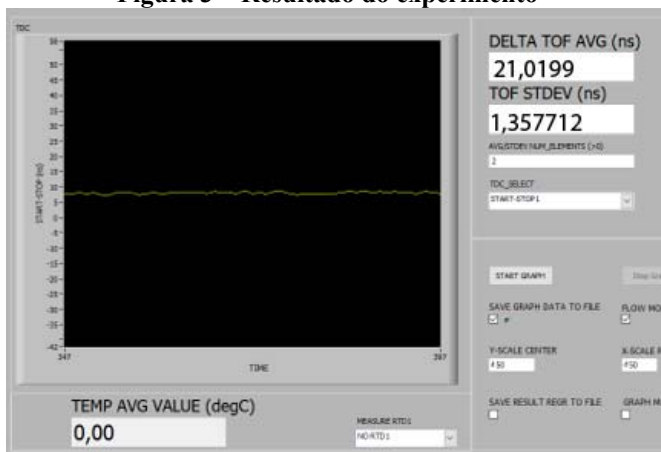
T = Tempo (s).

Os parâmetros dos sensores da placa são obtidos através do site da Texas Instruments, para tanto, é necessário inserir os dados de acordo com o tipo de sensor utilizado, o meio e a precisão desejada, obtendo-se os parâmetros respectivos baixando um arquivo pré-configurado em txt, que posteriormente pode ser carregado pelo software da Texas.

3. Resultados e Discussões

Nesse experimento, foram configurados os parâmetros da placa de acordo com os dados obtidos pelo site da Texas, conforme anexo. O experimento foi realizado no Balde conforme descrito no tópico Materiais e Métodos, observando um $\Delta_{TOF} = 21$ ns, como se vê na figura 3.

Figura 3 – Resultado do experimento



Fonte: Software TDC1000-7200EVM GUI v1.2.7.1 (2015)

Para o Kit da Texas registrar este valor na média, demorou mais de 30 minutos para estabilizar, o que não é normal.

A fim de obter um valor comparativo, realizou-se o teste manual, verificando que para o fluxo de água encher 1 litro, levou 14,5 segundos.

Transformando estes 2 testes em valores de vazão (m/s):

3.1. Resultado do Software

De acordo com a equação 2.12:

$$V = 0,32856 \text{ m/s}$$

Obs.: Foi considerado a velocidade do som na água de 1480 m/s.

3.2. Resultado da aferição manual

De acordo com a equação 2.14:

$$V = 0,219524 \text{ m/s}$$

4. Conclusão

O kit TDC1000-TDC7200EVM da Texas apresentou instabilidade com relação aos testes realizados para medir a velocidade do fluxo da água. A primeira observação é realizada em relação ao tempo, o kit da Texas demorou muito tempo para estabilizar. A segunda observação é em relação aos resultados obtidos. Comparando o resultado mostrado pelo software (0,32856 m/s) e o resultado medido manualmente (0,219524 m/s), nota-se uma boa diferença, e estes resultados deveriam ser iguais ou pelo menos próximos.

Assim, a configuração dos parâmetros do kit TDC1000-TDC7200EVM indicado pelo fabricante não é suficiente para realizar os experimentos de forma satisfatória, sendo apenas valores de referência para inicializar os testes, ficando o usuário encarregado de encontrar os parâmetros corretos com base nos testes experimentais.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). **ABNT NBR 8009:1997**.

TDC1000-TDC7200EVM. Ultrasonic Sensing Water Flow/Level/Concentration Evaluation Module. Disponível em: <

<http://www.ti.com/tool/TDC1000-TDC7200EVM>> Acesso em: 11 nov. 2018.

SANEPAR. Guia do cliente. Disponível em: <
<https://site.sanepar.com.br/sites/site.sanepar.com>.

br/files/clientes2012/guia-do-cliente.pdf> Acesso em: 10 nov. 2018.

SNIA020 – Applicatoin Report. **Ultrasonic Sensing for Water Flow Meters and Heat Meters**. Abril 2015.

SNIS - Serviço Nacional de Informações Sobre Saneamento . **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília, Fevereiro de 2016.

Texas Instruments. **Configuração dos parâmetros do sensor de acordo com o**

experimento a ser realizado. Disponível em <<https://webench.ti.com/webench5/TDC/index.html?app=levelHead>> Acesso em: 09 abril 2018.



ANEXO

A) Tela da configuração dos parâmetros para o kit TDC1000-TDC7200EVM da Texas

TDC1000 TDC7200 TOF_ONE_SHOT GRAPH TEMPERATURE DEBUG				FW REVISION 2.01 GUI REVISION 1.2.7.1	
CONFIG0 (0x00) TX_FREQ_DIV Divide by 8 8		CONFIG1 (0x01) NUM_AVG 1 Cycle 1		CONFIG2 (0x02) VCOM_SEL Internal Internal	
NUM_TX 10 Pulses 10		NUM_RX 1 STOP 1		MEAS_MODE TOF Measurement TOF Measurement	
CONFIG3 (0x03) TEMP_MODE REF_RTD1_RTD2 Enabled Enabled		TEMP_RTD_SEL Pt1000 Pt1000		CONFIG4 (0x04) RECEIVE_MODE Single Echo Single Echo	
BLANKING Enabled Enabled		ECHO_QUAL_THLD -35mV -35mV		TX_PH_SHIFT_POS 31 31	
TOF-1 (0x05) PGA_GAIN 21dB 21dB		PGA_CTRL Active Active		TOF-0 (0x06) TIMING_REG[7:0] 450 450	
LNA_FB Resistive Resistive		LNA_CTRL Active Active		Blank Period = (TIMING_REG - 30) x 8 x T0 Blank Period = (TIMING_REG - 30) x 8 x T0	
TIMEOUT (0x08) FORCE_SHORT_TOF Disabled Disabled		SHORT_TOF_BLNK_PRD 8 x T0 8 x T0		CLOCK RATE (0x09) CLOCKS_DIV Divide by 1 Divide by 1	
ECHO_TIMEOUT Enabled Enabled		TOF_TIMEOUT_CTRL 1024 x T0 1024 x T0		AUTOZERO_PERIOD 128 x T0 128 x T0	
Note: T0 = CLOCKS_DIV / CLK_FREQ		ERROR FLAGS (0x07) ERR_SIG_WEAK 0 0		ERR_SIG_HIGH 0 0	
LOAD CONFIG		SAVE CONFIG		CONTINUOUS TRIGGER READ ALL	