

## DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DO SENSOR DE FLUXO DE EFEITO HALL

**Emerson C. CARVALHO<sup>1</sup>; Jean C. PACHECO<sup>2</sup>; Tiago S. VITOR<sup>3</sup>**

### RESUMO

Este experimento consiste na determinação de parâmetros de um sensor de fluxo de efeito hall, utilizado para auxiliar no monitoramento de fluxo de água em pontos de utilização residencial. Foram utilizados um recipiente de 1000 ml e um **cronometro** para realização de medidas de volume e tempo, respectivamente. Com o **auxilio** de um osciloscópio foi possível obter diferentes frequências correspondentes a diferentes fluxos ajustados por uma válvula de controle manual. Assim obteve-se a vazão em l/min e a sua taxa de acordo com a frequência. Analisando a linearidade da saída do sensor determinou-se a constante do instrumento.

### INTRODUÇÃO

A importância em se medir o fluxo de água, tornou-se ainda maior nos anos recentes, sendo que a oferta não tem suprido a demanda em vários locais, incluindo regiões que até então não sofriam drasticamente com este problema. Hoje, já não é só importante, mas também necessário conhecer o consumo individual de água, a fim de elaborar medidas e estratégias que visem sempre reduzir a somente o necessário, e conseqüentemente gerando economia financeira e do recurso hídrico.

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus São João da Boa Vista. São João da Boa Vista /SP. E-mail: [emerson.castro94@hotmail.com](mailto:emerson.castro94@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus São João da Boa Vista. São João da Boa Vista /SP. E-mail: [raytheend@hotmail.com](mailto:raytheend@hotmail.com)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus São João da Boa Vista. São João da Boa Vista /SP. E-mail: [tiagosvitor@ifsp.edu.br](mailto:tiagosvitor@ifsp.edu.br)

Além destes motivos o controle do fluxo permite, em um âmbito mais industrial, uma atuação na prevenção de possíveis acidentes, ou situações indesejadas, como por exemplo, o excesso de pressão na tubulação.

O monitoramento do fluxo de água consiste na aquisição de parâmetros que envolvem volume e tempo. Relacionando essas grandezas com sinais medidos a partir de um sensoriamento, é possível determinar matematicamente esta relação. E para o nosso monitoramento é utilizado um sensor de fluxo que utiliza o princípio do efeito hall, este auxilia na obtenção dos parâmetros necessários.

O efeito hall é uma propriedade que se manifesta em um condutor ou semiconductor quando um campo magnético perpendicular ao fluxo de corrente é aplicado sobre ele (Thomazine;Urbano,2014). Quando isso ocorre, uma diferença de potencial no condutor é gerada, chamada de tensão de Hall “Fig.2”. Esta tensão possui direção perpendicular ao campo magnético e a corrente, e é proporcional a densidade de fluxo magnético e a corrente. O campo magnético aplicado provoca um gradiente de concentração de portadores em todo o condutor. Quando o número de portadores de um lado do condutor for maior do que outro surgirá esta diferença de potencial (Halliday;Resnick,2009).

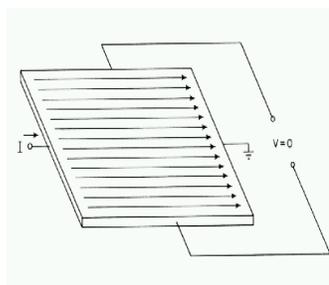


Figura 1. Corrente em um condutor sem um campo magnético presente (Thomazine;Urbano,2014,p.172).

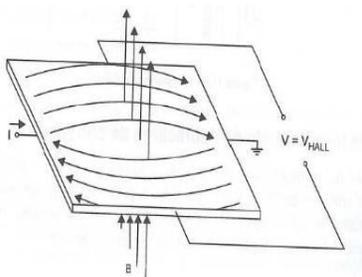


Figura 2. Corrente em um condutor com a presença de um campo magnético perpendicular (Thomazine;Urbano,2014,p.172).

A fórmula matemática simplificada que relaciona este efeito está descrita abaixo:

$$V_{\text{hall}} = A * I * \text{sen } \Phi \quad (1)$$

Onde:

A = Constante (definida pela geometria do elemento hall).

I = Corrente que flui no elemento.

B \* sen  $\Phi$  = Componente do campo magnético perpendicular ao condutor.

Em nosso sensor essa teoria é aplicada da seguinte forma: o campo magnético é gerado através de um **ímã**, que se encontra fixado no rotor interno do invólucro. O fluxo de água aplicado no sentido correto gera um movimento no rotor, assim, quando este rotor realiza um ciclo completo este **ímã** passa pelo sensor de efeito hall. Este elemento sensor é um semiconductor alimentado por uma corrente fixa, quando o campo magnético atua perpendicularmente a esta corrente elétrica surge uma diferença de potencial nas extremidades do condutor. Essa tensão é obtida na saída do sensor, na forma de pulsos, **onde a frequência destes pulsos é proporcional ao fluxo de água.** **Com isso é possível determinar os parâmetros necessários para o seguimento do projeto.**

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção dos parâmetros do sensor de fluxo **utilizou-se** os seguintes materiais:

Sensor de fluxo de efeito hall rosca 1/2";

Osciloscópio;

Fonte de alimentação DC;

Recipiente de 1000 ml;

Cronômetro;

Conexão por mangueira até o sensor;

Válvula de controle de vazão comum;

Cabos de ligação;



Figura 3. Equipamentos utilizados

Primeiramente conectou-se o sensor à uma das pontas da mangueira, e a outra ponta, à válvula de controle manual. O sensor foi alimentado eletricamente e sua saída conectada no osciloscópio, conforme “Fig.4”. O sensor foi direcionado ao recipiente de 1000 ml. Assim, para cada configuração de abertura da válvula, o tempo de enchimento do recipiente foi cronometrado e anotado. A configuração de abertura foi controlada de 5 em 5 Hz com o auxílio do osciloscópio que mostrou a frequência dos pulsos emitidos pela saída do sensor.

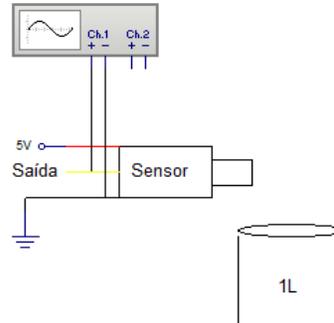


Figura 4. Ligação elétrica do sensor sem nenhuma carga na saída

Ao anotar os valores observados aplicou-se a “Eq.(2)” para obter os dados em l/min (litros por minuto), e a “Eq.(3)” para obter a constante (K) do sensor.

$$V(l/min) = \frac{60}{t(\text{segundos})} \quad (2)$$

$$K = \frac{\text{Frequencia (Hz)}}{\text{Vazão(l/m)}} \quad (3)$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após todas as medições e cálculos os seguintes resultados foram obtidos (“Tab.1”).

Tabela 1. Parâmetros do sensor de fluxo

Tabela 1: Parâmetros do Sensor					
Frequência $\pm 1$ Hz	tempo $\pm 1$ s	l/min	erro l/min( $\pm$ )	K	erro K( $\pm$ )
10	38,889	1,543	0,040	6,481	0,815
15	28,889	2,077	0,072	7,222	0,731
20	22,222	2,700	0,122	7,407	0,704
25	16,667	3,600	0,216	6,944	0,694
30	14,444	4,154	0,288	7,222	0,741
35	12,222	4,909	0,402	7,130	0,787
40	11,111	5,400	0,486	7,407	0,852
45	8,889	6,750	0,759	6,667	0,898
50	7,778	7,714	0,992	6,481	0,963
55	7,242	8,285	1,144	6,639	1,037
60	6,509	9,218	1,416	6,509	1,108
65	6,169	9,726	1,577	6,683	1,186
70	5,923	10,129	1,710	6,911	1,265
75	5,400	11,111	2,058	6,750	1,340
80	4,756	12,617	2,653	6,341	1,413

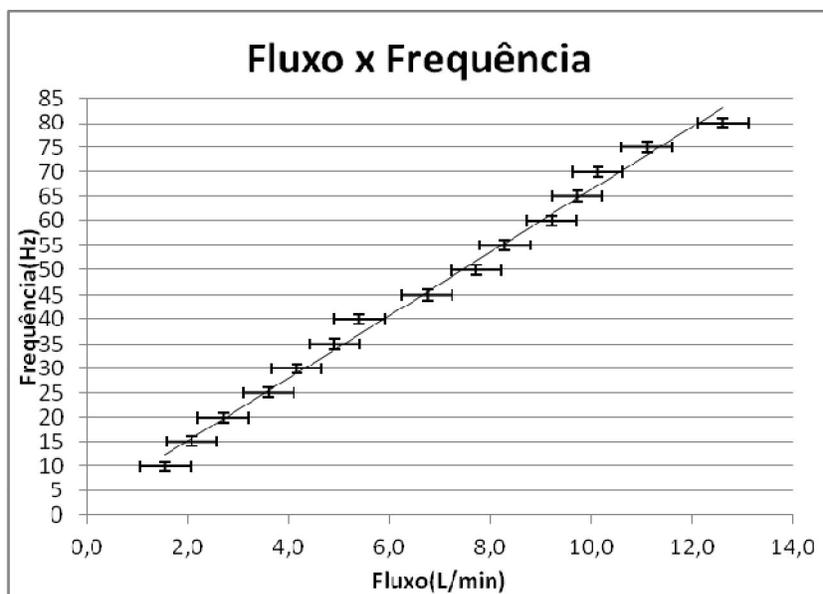


Figura 5. Gráfico fluxo x frequência

Ao analisar a “Tab.1” e a “Fig.5” pode-se observar a linearidade da saída do sensor de fluxo. Assim, é possível determinar a constante K do instrumento sendo a média das constantes calculadas.

$$K = 6,906 \quad (4)$$

Também foi possível observar o erro calculado para as taxas de vazões, devido a imprecisão da válvula de controle utilizada.

### CONCLUSÕES

Após este experimento com o sensor, pode-se concluir que o objetivo da determinação dos parâmetros foi alcançado. É importante observar que com o aumento da vazão, os erros também aumentam. Portanto, uma atenção maior deve ser dada principalmente para vazões maiores. Entretanto, para o fim a que o sensor é destinado, tais erros não terão relevância.

A linearidade da saída do sensor é clara para faixa de operação ensaiada. Essa característica facilita o emprego deste sensor para medições de fluxo residencial e monitoramento.

O experimento realizado foi essencial para o conhecimento do instrumento de medição. Isso possibilitará sua utilização em diversas aplicações, como exemplo, auxiliar no monitoramento do fluxo de água em pontos residenciais, que envolve a aquisição e manipulação dos dados. A constante (K) encontrada representa a taxa de proporcionalidade entre frequência de pulsos e a vazão medida.

### REFERÊNCIAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física: Eletromagnetismo** Vol 3. 8. ed. Rio De Janeiro: LTC, 2009. p. 208-209.

MECÂNICA INDUSTRIAL. **Diferentes maneiras para controlar o fluxo de água.** 2012. Disponível em: <http://www.mecanicaindustrial.com.br/conteudo/235-diferentes-maneiras-para-controlar-o-fluxo-de-agua>. Acesso em: 21/05/2015

THOMAZINI, Daniel; URBANO, Pedro. **Sensores Industriais: Fundamentos e aplicações** 8.ed. São Paulo: Erica, 2014. p. 172-176.