

DESENVOLVIMENTO DE MÓDULO DE CONTROLE DE NÍVEL

**FELIPE GNOATTO¹, FERNANDO PALU², ESTOR GNOATTO³, ELCIANE REGINA ZANATTA⁴,
DIRCEU DE MELO⁵**

¹ Mestrando, UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo-PR, felipegn412@hotmail.com

² Prof Dr. UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo-PR, palu@unioeste.br

³ Prof Dr. UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Medianeira-PR, gnoatto@utfpr.edu.br

⁴ Prof. Msc. UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Medianeira-PR, elcianezanatta@utfpr.edu.br

⁵ Prof. Msc. UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus de Medianeira-PR, dirceu150@gmail.com

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015

13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Processos industriais necessitam de algum tipo de controle. O controle é feito em alguns parâmetros como vazão, temperatura, concentração e controle de nível. O controle de fluxo é mais utilizado nas saídas ou entradas de tanques controlando a concentração exigida naquele recipiente. Este trabalho teve como objetivo desenvolver um módulo de controle de nível em escala piloto, que poderá realizar o controle de maneira automática, e verificar a reprodutibilidade dos sensores e atuadores com a intenção de fixar o conhecimento já adquirido e disponibiliza-lo para ser utilizado na formação acadêmica profissional de outros estudantes de engenharia. O módulo foi construído e foram realizadas curvas de calibração para os sensores de vazão e os sensores de pressão, e foi analisada a vazão máxima para a operação do módulo. Obteve-se como resultado uma dependência linear entre a tensão (mV) e a altura da coluna de água do módulo. Observou-se uma dependência linear entre a frequência (Hz) e a vazão de líquido do módulo. A vazão máxima de operação determinada experimentalmente para o módulo desenvolvido é de 7,3 L.min⁻¹. A calibração dos sensores de pressão e de fluxo demonstraram que todos os sensores apresentam reprodutibilidade na faixa de operação a ser usada.

PALAVRAS-CHAVE: Vazão, Nível, Calibração.

MODULE DEVELOPMENT THE LEVEL

ABSTRACT: Industrial processes require some kind of control. The control is done on some parameters such as flow, temperature, concentration, and level control. Flow control is most used on the outputs or inputs tanks controlling the concentration required in the container. This study aimed to develop a level control module in pilot scale that could make the control automatically, and check the reproducibility of sensors and actuators with the intention of fixing the existing knowledge and make it available for use in professional academic training other engineering students. The module was built and calibration curves for flow sensors and pressure sensors were performed, and we analyzed the maximum flow for the operation of the module. Obtained as a result a linear dependence between the voltage (mV) and the height of the water column of the module. There was a linear dependence between the frequency (Hz) and the liquid flow module. The maximum flow ratio determined experimentally developed for the module is 7.3 L.min⁻¹. The calibration of the pressure and flow sensors showed that all of the sensors have reproducibility in the operating range to be used.

KEYWORDS: Flow, Level, Calibration

INTRODUÇÃO:

O controle de processos está no cotidiano dos engenheiros. Inúmeros equipamentos requerem a necessidade de algum tipo de domínio. Os diversos processos necessitam de controles efetuados por parâmetros, que podem ser de vazão, temperatura, nível, concentração entre outros, que são feitos de maneira manual ou automatizada (Senai, 1999a). Para o pesquisador Schmidt, (2008) o controle de nível é importante em várias situações industriais, onde os níveis de líquido devem ser mantidos numa altura desejada. Podemos ter também o controle da vazão, causada por duas correntes com temperaturas diferentes, que se misturam para ter uma terceira temperatura (Mathias, 2008). A principal função de um sistema de controle é regular as variáveis, deixando-as em valores constantes pré-fixados. Se o ponto de ajuste for mudado, a variável controlada sofrerá uma alteração também. Com o avanço da tecnologia surge a instrumentação virtual, esta utiliza o computador em conjunto com programas, sensores e controladores, possibilitando a construção de sistemas que se adaptam as necessidades do usuário ao invés de estarem limitadas as predefinições de sistemas tradicionais (Neto e Nascimento, 2007). Os sensores de vazão podem ser medidores indiretos ou diretos (Senai, 1999b). Neste trabalho foi utilizado um medidor tipo turbina. O objetivo deste trabalho foi projetar e desenvolver um módulo de controle de processo de nível em escala piloto, e verificar a reprodutibilidade dos sensores e atuadores com a intenção de disponibilizar este módulo para ser utilizado em pesquisas e na formação acadêmica profissional de outros estudantes de engenharia.

MATERIAL E MÉTODOS:

Na Figura 1, é apresentado o projeto do módulo de controle de nível. A estrutura metálica do módulo, indicada, como (01), foi montada com tubo industrial 30 x 30 mm, SAE 1020, sobre uma base móvel de rodízios de pluretano tendo altura de aproximadamente 2 m. O módulo também é composto por dois tanques de PVC (02) de 200 mm de diâmetro e 900 mm de altura, interligados por tubos de ½ polegada (03), o primeiro tanque é alimentado com água por meio de uma bomba (04). Ambos tem medidores de pressão no fundo, válvulas proporcionais de fluxo na saída, e medidores de vazão na entrada e saída dos tanques (05), também é composto por quatro válvulas do tipo esfera (06), e duas válvulas proporcionais elétricas, (07).



FIGURA 1. Projeto do módulo experimental (esquerda) e módulo finalizado (direita).

Na Figura 1 a válvula proporcional elétrica (07) composta por um servo-motor, o encaixe e a válvula. A válvula proporcional elétrica, foi confeccionada a partir de uma válvula elétrica do tipo on-off, modelo de esfera. Os sensores que foram colocados nos tanques do módulo são de contato e de medição indireta, feita através da pressão. Sensor de pressão utilizado na montagem do módulo experimental de controle de nível. Sendo este de modelo HM4100b da marca Ever-Smart, e apresenta efetividade de 0-4 bar, erro de 3%.

$$T_s = 0,2 * T_a (P + 0,5)$$

(01)

Sendo:

Ts – Tensão de saída, 0,5~4,5 VCC;

Ta – Tensão de alimentação, 5±0,5 VCC;

P – Pressão(bar).

Os medidores de vazão utilizados, foram os da marca Sea” , e modelo YFS201, Os dados técnicos sensor são vazão de 1 - 30 L.min⁻¹, 450 pulsos por litro.

(02)

$$F= 7,5*Q$$

Sendo:

F – Frequência em H;

Q – Vazão em L.min⁻¹

Análise de cada equipamento medidor de pressão e vazão foi realizada separadamente. Foram feitas as curvas de calibração para ambos os sensores.

Para o sensor de pressão foi feito uma curva da altura de líquido (cm) versus a tensão de saída (mV). Com os dados obtidos experimentalmente foi gerada a equação de calibração do sensor de pressão. Com a tensão de saída do sensor para cada ponto experimental, a Equação 01 foi usada para calcular a pressão, e logo em seguida usou-se a Equação de Bernouli para calcular a altura de líquido no tanque dada pela equação fornecida pelo fabricante.

Para o sensor de fluxo fez-se uma curva da frequência (Hz) versus a vazão (L.min⁻¹). Com os dados obtidos experimentalmente foi gerada a equação de calibração do sensor de vazão. Com a frequência (Hz) de pulsos obtidos experimentalmente, foi usado a Equação 02, para calcular a vazão de líquido dada pela equação fornecida pelo fabricante. Para medição dos dados de vazão foi utilizado o sensor de fluxo da Contech, que possui laudo de calibração. E para a aquisição dos dados de todos os sensores foi usado o modelo FieldLogger da marca NOVUS. Com a análise de cada equipamento separadamente foi possível calibrar e assim disponibilizar o módulo experimental para as aulas práticas e as pesquisas de forma reprodutiva e confiável.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Figura 1 a direita é apresentado o módulo de controle de nível pronto e instalado no laboratório de engenharia química III, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Toledo.

Na determinação da curva de calibração do sensor de pressão foram obtidos dezoito pontos experimentais em que a pressão foi variada entre 83 – 0 cm.c.a. O sensor de pressão foi alimentado com uma tensão constante de 5 Volts e a tensão de saída apresentou valores variando de 511,41 mV para uma altura 0 cm.c.a e 592,23 mV para altura de 83 cm.c.a. A análise da regressão linear dos pontos obtidos no ensaio é mostrada na Figura 2(a). Pela análise do gráfico pode-se observar que a diferença entre as alturas real e calculada permanecem em uma mesma faixa. Com base na regressão obtida, observa-se que o sensor responde linearmente ao conteúdo de água na coluna, pois apresenta um coeficiente de representatividade de 99,93%.

Na calibração do sensor de fluxo, a variação de vazão foi feita mudando o ângulo de abertura da válvula elétrica. Para cada ponto a vazão foi mantida constante por quatro minutos e durante esse período se coletou dados a cada segundo. Desses quatro minutos pegou-se os dados dos dois minutos centrais e fez-se a sua média para obter os dados de vazão.

O sensor de vazão foi alimentado com uma tensão constante de 5 Volts e a frequência dos pulsos apresentou valores variando de 2,15 Hz para uma vazão 0,281 L.min⁻¹ e 53 Hz para vazão de 7,264 L.min⁻¹. A análise da regressão linear dos pontos obtidos no ensaio é mostrada na Figura 2(b). Com base na regressão linear dos dados, observa-se que o sensor responde linearmente a vazão, pois apresenta um coeficiente de representatividade de 99,9%. A vazão máxima de operação foi obtida para a altura máxima de coluna de água através da leitura direta no sensor sendo de 7,3 L.min⁻¹.

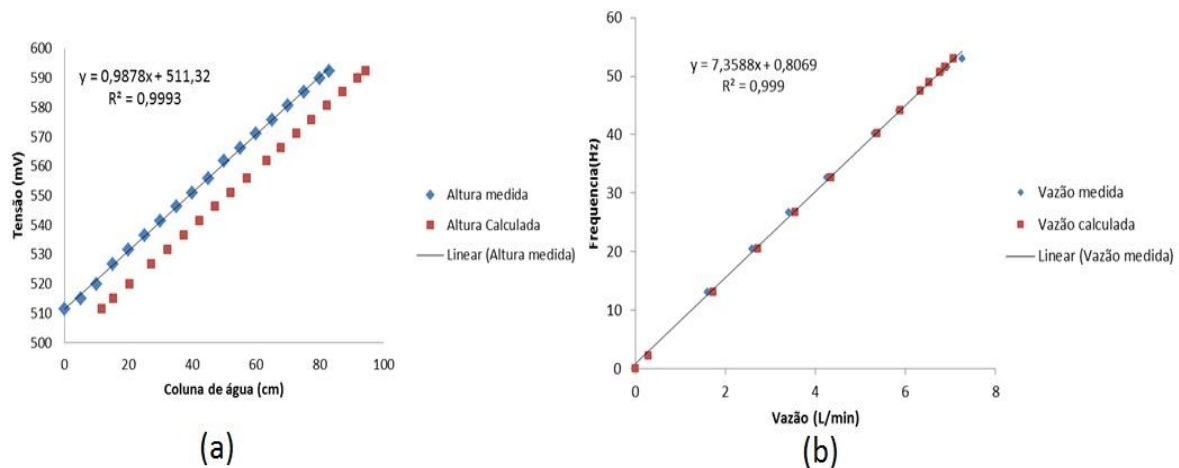


FIGURA 2. Curvas de calibração dos sensores de pressão (a), vazão (b).

Para o módulo ser colocado em operação deverá se escolher um equipamento de controle que pode ser um Controlador Lógico Programável (CLP), placa Arduino ou outro controlador. O funcionamento esperado para o módulo é que ao ser ligada a bomba, espera-se o regime ficar permanente e após isso é realizada uma perturbação na entrada do primeiro tanque, visualiza-se o comportamento da vazão e das colunas de líquido.

CONCLUSÕES:

A execução do módulo de controle de nível proporcionou a experiência prática da engenharia. A calibração dos sensores de pressão e de fluxo, demonstrou que todos os sensores apresentam reprodutibilidade na faixa de operação a ser usada. O módulo com os sensores calibrados está pronto para ser utilizado em experimentos de controle de processos, servindo para demonstrar o funcionamento de sensores analógicos e digitais, e atuadores na prática do ensino e da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- MATHIAS, Artur Cardozo. **Válvulas: Industriais, segurança, controle: tipos, seleção, dimensionamentos**, Editora Artliber, São Paulo-SP, 2008.
- NETO, J. G. da S.; NASCIMENTO, M.M. **Instrumentação Virtual**. Curso de especialização em instrumentação, automação, controle e otimização de processos contínuos. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. Bahia, 2007.
- SCHMIDT, A. M. **Controle de nível de líquido utilizando controlador lógico programável**. 45f. Monografia (Graduação em engenharia de controle de automação). Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. Escola de Minas. Ouro Preto, 2008.
- SEED WIKI. **G1/2 water flow sensor**. Disponível em http://www.seeedstudio.com/wiki/G1/2_Water_Flow_sensor acesso em 05 set 2014. 2013.
- SENAI. **Instrumentação: Fundamentos de Controle de processo**. Departamento Regional do Espírito Santo. CPM – Programa de Certificação do Pessoal de Manutenção. Espírito Santo, 1999a.
- SENAI. **Instrumentação básica II: Vazão, Temperatura e Analítica**. Departamento Regional do Espírito Santo. CPM – Programa de Certificação do Pessoal de Manutenção. Espírito Santo, 1999b.