

CONSTRUÇÃO DE UMA VÁLVULA TIPO GAVETA PARA PROCESSOS DE PEQUENO PORTE UTILIZANDO COMPONENTES DE BAIXO CUSTO

Felipe da Silva Paiva – felipedasilvapaiva@gmail.com

Rogério Passos do Amaral Pereira – rogeriop@ifes.edu.br

Raphael Belizario de Souza Gomes – rapha.belizario@gmail.com

Ravena Soares Monteiro – ravenaa.soares@hotmail.com

Marco Antônio de Souza Leite Quadros – marcoantonio@ifes.edu.br

Gustavo Maia de Almeida – gmaia@ifes.edu.br

Guilherme Vicente Curcio – gvc1000@gmail.com

Daniel Romero Guerra da Silva – 96danielromero@gmail.com

*Instituto Federal do Espírito Santo
Rodovia ES-010 – Km 6,5 – Manguinhos
29173-087 – Serra – ES*

Resumo: *Válvulas são elementos fundamentais no controle de processos, presentes nos mais diversos tipos de plantas. Muitas apresentam dimensões, características e acessórios que inviabilizam sua aplicação em ambiente de pesquisa e de processos de pequeno porte. Existem no mercado válvulas de tamanhos reduzidos e acessórios feitos sob medida, mas que possuem custo muito elevado. O que se propõe neste artigo é um método de uso de componentes de baixo custo e de fácil acesso para construção de uma válvula do tipo gaveta para aplicações de pesquisa e pequeno porte. Para tanto se fez uso de motores de corrente contínua, válvula comumente conhecidas como torneiras, encoders e o hardware fabricado pela National Instruments: NI MyRIO 1900.*

Palavras-chave: *Válvula gaveta. Controle de processo. Modelagem. Baixo custo.*

1 INTRODUÇÃO

Válvulas de diferentes tipos estão disponíveis comercialmente, sendo muitas provida de acionamento pneumático para reduzir riscos de explosões em ambientes que contenham vapores de produtos químicos inflamáveis (Fileti, Silva & Pereira, 2010). Assim sendo, são dispositivos de grande tamanho e robustez, além de elevado peso e para grandes vazões. Estes fatos inviabilizam a utilização desses dispositivos em processos de menor porte que geralmente não dispõem de espaço suficiente para instalação, não apresentam a característica de vazão

requerida para operação da válvula e nem mesmo um ponto de ar comprimido para alimentação da válvula para que seu atuador funcione. É possível encontrar no mercado válvulas de controle para aplicações de menor porte, porém apresentam custo elevado, fator este que por muitas vezes se torna decisivo na hora de se viabilizar um projeto.

O que se propõe neste artigo é a elaboração de uma válvula com acionamento automático do tipo gaveta de baixo custo, podendo ser adaptada a qualquer outro tipo de válvula automática apenas com a troca do atuador por outro de acordo com a necessidade, utilizando componentes de fácil acesso e de baixo custo, como: motores CC, encoders para posicionamento e indicação de percentual de abertura e uma válvula manual popularmente conhecida como torneira. O dispositivo será utilizado no controle de nível um tanque, associada ao controlador NI MyRIO e programa de configuração e supervisão NI LabVIEW MyRIO 2015, para que seja possível verificar sua eficácia como elemento final de controle. Todo o desenvolvimento deste artigo visa a economia e uso responsável dos recursos disponíveis, além de ter sido de grande utilidade para reforço e aquisição de conhecimentos envolvendo várias áreas do estudo da engenharia elétrica (acionamentos, instrumentação, eletrônica, etc.)

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Especificação e construção do dispositivo sensor e atuador

Devido a necessidade de utilização de uma válvula de controle para uma pequena vazão em um tanque, desenvolveu-se uma válvula completa (atuador, acionamento elétrico e posicionamento) com componentes de fácil aquisição, de custo menor e aplicável a uma larga faixa de aplicações.

Após a especificação, notou-se a necessidade de que a válvula possuísse acionamento elétrico e permitisse o seu controle de abertura de forma automática. Iniciou-se a busca no mercado de uma válvula que aliasse menor custo às necessidades propostas. Como válvulas para controle de pequenos processos são de custo muito elevado, conclui-se que para o simples enchimento e controle de nível de um taque mostrado na “Figura 1” seria inviável.

Figura 1 - Tanque de nível



Para realização do controle do nível do tanque, foi projetada uma adaptação à uma válvula manual do tipo gaveta de baixo custo encontrada facilmente em materiais de construção e artigos para casa como mostrada na “Figura 2”.

Figura 2 - Válvula gaveta



A escolha pela válvula gaveta deu-se por possuir características construtivas interessantes e extremamente aplicáveis ao controle do nível do tanque citado. São estas as características:

- É estanque quando totalmente fechada;
- Permite livre passagem ao fluido quando totalmente aberta;
- É construída para uso em estruturas de vários tamanhos;
- Possibilita fluxo em ambos os sentidos.

A válvula gaveta é um mecanismo que oferece segurança e estabilidade e pode ser utilizada para passagem de água ou outros fluidos de diferentes naturezas. Também estão presentes em sua construção características similares a outros tipos de válvula disponíveis no mercado, como:

- Castelo;
- Haste;
- Corpo;
- Sede.

A válvula escolhida possui o nome de gaveta por conta do mecanismo de seu obturador possuir faces paralelas que quando acionadas seguem a haste. Dessa forma, assemelha-se com o ato de abrir e fechar uma gaveta. O seu interior, bem como a sua construção e também o seu método de controlar a vazão em seu interior, podem ser facilmente visualizadas na “Figura 3”.

Figura 3 - Recorte válvula gaveta



O principal item a ser avaliado na construção do proposto é o diâmetro da tubulação a qual se destina a válvula. Para a aplicação na tubulação de entrada do tanque proposto foi utilizado um paquímetro obtendo-se 19,05mm de diâmetro (equivalente a uma tubulação de $\frac{3}{4}$ de polegada).

Após a avaliação acima demonstrada, comprou-se uma válvula gaveta de $\frac{3}{4}$ de polegada e posteriormente retirado o seu volante para que fosse possível adaptar um acionamento elétrico utilizando um motor de baixo custo. Após a retirada do volante, avaliou-se a necessidade de alongar a haste da válvula a fim de que o motor utilizado não ficasse muito próximo a válvula e também para que fosse desenvolvido e instalado um dispositivo que indicasse a posição da válvula.

Como nesta válvula sugerida não há a possibilidade de se adaptar componentes internos ou a realização de adaptações internas para aferir-se a posição da haste, foi necessário obter a posição da mesma monitorando-se externamente, através de um dispositivo sensor, o deslocamento da haste entre a sua abertura mínima e máxima.

Um dispositivo de grande importância para a automação é o encoder, apresentado na “Figura 4”. Com ele é possível realizar a medição de velocidade (em qualquer sentido de rotação ou movimentação linear), bem como medida da posição de um objeto qualquer que gire através de seu próprio eixo ou linearmente e também ser permitido aferir o ângulo exato de parada de um determinado objeto.

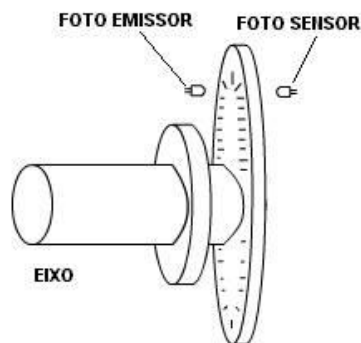
Figura 4 - Encoder



Sua construção é como se segue: um disco com orifícios igualmente espaçados que permitem a passagem de um fluxo luminoso gerado a partir de um foto emissor é acoplado à um eixo girante. Conforme o disco gira, um foto sensor capta a passagem do fluxo luminoso através dos orifícios. Assim, o foto sensor identifica nível lógico alto – 1 – para a passagem do fluxo luminoso e como existe um espaçamento entre os orifícios do disco girante, há uma

interrupção do fluxo luminoso devido a rotação do disco e consequentemente indicando nível lógico baixo – 0 – conforme mostrado na “Figura 5”.

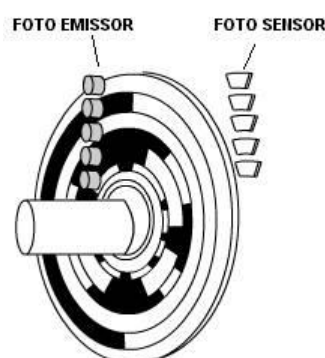
Figura 5 - Construção simplificada do encoder



Existem dois tipos de encoder: Absoluto e incremental. O encoder incremental gera um pulso para cada unidade de deslocamento do eixo do disco girante. Este tipo de encoder possui características de ter uma certa quantidade de pulsos por revolução (e deste fato considera-se o critério de precisão da medida realizada pelo dispositivo). Se faz necessário que um dispositivo eletrônico possua gravado em sua memória a quantidade de pulsos por revolução do encoder, bem como uma rotina que analise a quantidade de revoluções realizadas. Também se faz necessário um circuito que se torne possível identificar o sentido de giro do disco para indicar o sentido de giro do objeto a ele acoplado.

É necessário calibrar a posição zero ao iniciar-se a operação do dispositivo e respeitar a frequência máxima que o disco pode girar para que seja possível processar a forma de onda gerada na saída. O encoder absoluto gera um código binário que está codificado em seu disco girante, conforme apresentado na “Figura 6”.

Figura 6 - Encoder absoluto



Este código é específico para cada posição angular do disco e está disponível ao ligar o dispositivo. O encoder absoluto pode ser do tipo *single-turn*, onde o sinal de saída é uma sequência de sinais por giro ou *multi-turn*, onde múltiplas sequências de sinais são geradas por giro.

Para solucionar o problema de posicionamento da válvula proposta, optou-se por usar um encoder incremental. Esta escolha foi baseada ao dispositivo apresentar custo reduzido devido

às suas características construtivas conforme já apresentado e também no fato que as restrições quanto ao seu uso são suprimidas utilizando-se rotinas de programação no controlador utilizado.

2.2 Acionamento da válvula

O acionamento da maioria das válvulas disponíveis no mercado é feito via um sinal pneumático, com pressão geralmente padronizada em 3 a 15 psi. O sinal pneumático é vastamente utilizado por não gerar centelhas que podem ser, em determinadas áreas, gatilho para que aconteça uma explosão devido a manipulação ou geração de gases explosivos, além do fato que o uso de ar comprimido apresenta a característica de não demandar um grande gasto com energia elétrica para comandar processos onde se exigem uma elevada força. Para pequenas plantas, o processo é oposto ao apresentado. Geralmente não há disponibilidade de um ponto de ar comprimido e a tubulação do processo assim como o espaço físico para instalação, não permitem a utilização das válvulas que geralmente estão disponíveis no mercado. Para estas aplicações de pequeno porte geralmente estão disponíveis válvulas com acionamento elétrico, utilizando um motor ou utilizando um processo similar à um eletroímã (o obturador da válvula se movimenta com a geração de um campo elétrico criado a partir do controle de corrente que passa por uma bobina que atrai o obturador com maior ou menor intensidade, fazendo com que o mesmo se movimente).

Para a aplicação proposta por este artigo foi utilizado um motor CC, apresentado na “Figura 7”, facilmente encontrado e de custo menor comparado a motores de passo disponíveis no mercado além de um *driver* para acionamento do mesmo. O motor CC possui fácil conexão do seu eixo girante com o eixo do encoder e consequentemente ao eixo da válvula adaptada, necessitando apenas de ser fabricado um acoplamento que permita que os eixos conectados permaneçam com o mínimo de folga possível para que não haja o deslizamento gerando imprecisões no acionamento da válvula.

Figura 7 - Motor de CC



O motor de corrente contínua não pode ser diretamente acionado pelo controlador devido às restrições de corrente e tensão apresentadas na saída do mesmo. Para que se possa acionar motores de corrente contínua através de controladores são utilizados dispositivos denominados *Drivers* (Manual Pololu, 2018), apresentado na “Figura 8”. Estes dispositivos fazem o devido tratamento ao sinal que será aplicado ao motor advindo do controlador unindo controle e potência. Necessitou-se o uso de uma fonte externa para a correta alimentação do *driver*.

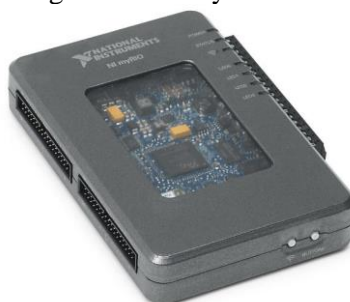
Figura 8 - Driver DC



2.3 Controle

Por fim, criou-se uma rotina de controle para a válvula proposta utilizando o controlador NI MyRIO 1900 (Manuais NI, 2017), apresentado na “Figura 9”, em associação ao software NI LabVIEW. As duas ferramentas unidas permitem a criação de telas supervisorio e controle dos mais variados tipos de processo.

Figura 9 - NI MyRIO 1900

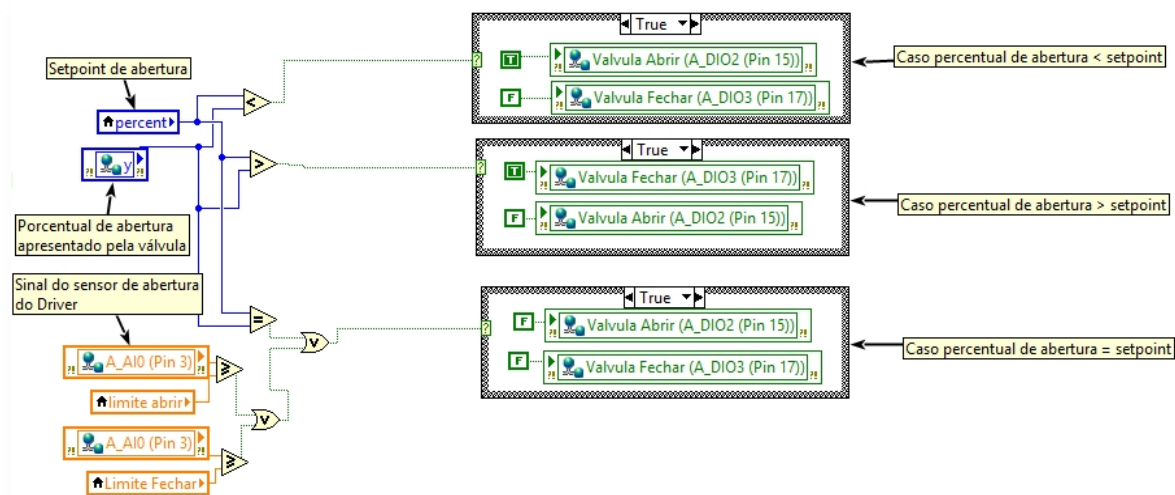


A rotina de controle do acionamento da válvula foi criada utilizando comparadores do percentual de abertura da válvula. Este percentual de abertura é obtido através de um bloco especial do software LabVIEW que capta o sinal advindo do encoder conectado a uma porta de alta velocidade do controlador NI MyRIO. Este sinal foi usado para que fosse feita a calibração da válvula fechando-a totalmente e zerando a contagem de pulsos do encoder e abrindo-a até o fim do curso e contabilizando a quantidade de pulsos geradas para sua total abertura. A indicação de que a válvula está no final de seu curso, tanto para abertura quanto para fechamento, foi realizada utilizando um sensor embutido no Driver utilizado que para o acréscimo de 1 ampère injetado pelo driver aumenta-se 0.13 volts na saída do sensor. Sendo assim quando a válvula chega ao fim do seu curso há um elevado acréscimo instantâneo de corrente, sendo identificado pelo controlador que envia um sinal de parada para o *driver*, desligando-se assim o motor.

Em seguida, criou-se uma rotina que divide o valor recebido de pulsos do encoder pela quantidade de pulsos necessárias para total abertura da válvula. Esta razão é multiplicada por um fator 100 onde seu resultado exibe a quantidade de abertura da válvula proposta em porcentagem. Por fim, criou-se uma rotina para acionamento da válvula baseado na porcentagem de abertura que a mesma apresenta. Então, se a válvula estiver acima do valor desejado o controlador envia um sinal para o driver para que ele acione o motor CC no sentido anti-horário de giro fazendo com a que a válvula feche. Se a válvula estiver com valor inferior ao *setpoint* de abertura o comando é oposto ao anterior, acionando o motor no sentido horário

de giro e consequentemente fazendo a válvula abrir. Caso o valor seja igual ao *setpoint*, o controlador envia um sinal de desligar ao Driver fazendo com que o motor pare de girar e consequentemente a válvula para no valor desejado. Estes acionamentos estão demonstrados na “Figura 10”.

Figura 10 - Lógica para acionar a válvula



3 RESULTADOS

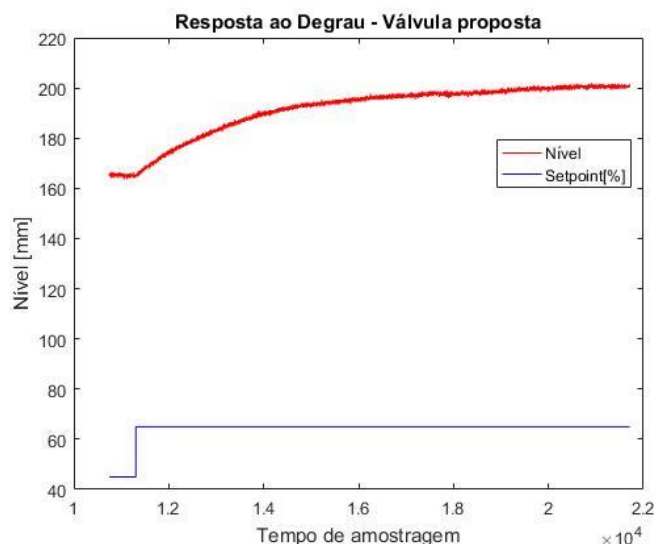
Após testes para verificar a eficácia do projeto da válvula foi constatado que a válvula construída permitiu o controle de nível do tanque proposto com sucesso. Foi possível obter a resposta ao degrau da planta de nível fazendo uso dos critérios observados por (Amaral, 2011; Pereira et al., 2014). Os resultados são apresentados na “Figura 11”.

A função de transferência de primeira ordem é apresentada pela equação (1). Nota-se na equação apresentada que o atraso da planta foi considerado zero. Isto ocorre pois o tempo de resposta da planta (230 segundos) é muito maior que o atraso real da planta (4 segundos). O teste ao degrau em malha aberta é um dos métodos mais convencionais para caracterização de processos de três parâmetros: ganho, constante de tempo e tempo morto (Liptak, 2005).

$$G(s) = \frac{1.755}{230s + 1} \quad (1)$$

A partir do modelo apresentado na equação (1) é possível aplicar técnicas de controle (como PID, DMC e outros) para corrigir variações ou distúrbios não desejados no processo em questão.

Figura 11 - Resposta ao degrau do tanque utilizando válvula proposta



4 CONCLUSÃO

O custo total gerado ao se comprar materiais seja para pequenas plantas ou até mesmo para pesquisa pode, por muitas vezes, ser um grande empecilho. O que se propôs neste artigo foi uma solução prática e de baixo custo para solucionar um problema recorrente e que gera um ônus excessivo para aqueles que necessitam empregar válvulas de controle em suas aplicações. A válvula proposta exibiu uma grande robustez ainda sendo utilizada para controle de nível do tanque a qual foi instalada, sendo assim, pode-se utilizá-la para diversas aplicações levando em conta os critérios de desempenho e também as restrições impostas ao processo a qual a mesma será inserida. Vale ressaltar também que é necessário avaliar o critério de precisão da mesma, este podendo ser corrigido utilizando-se um encoder de maior precisão ou até mesmo materiais de melhor qualidade além do fato de que esta válvula desenvolvida pode ser adaptável a outros processos aonde se necessite, por exemplo, de uma válvula do tipo globo. Para isto basta substituir a parte manual da válvula proposta, por uma que se enquadre na necessidade da aplicação.

A construção da válvula proporcionou aos alunos do curso de engenharia de controle e automação envolvidos no processo associassem seus conhecimentos de eletrônica com a área de controle e automação.

Esta válvula também será usada como ferramenta didática nas aulas de laboratório.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação de amparo à pesquisa – FAPES e ao Instituto Federal do Espírito Santo pelo fomento à esta pesquisa e desenvolvimento. Agradeço também aos colegas e professores do Grupo de Automação Industrial – GAI do IFES Campus Serra pela ajuda e por todo o apoio no desenvolvimento deste artigo.

REFERÊNCIAS

Amaral, R.P. et al. Ambiente para simulação e aplicação numa planta didática de um controlador PID com anti *wind-up*. *COBENGE, Blumenau, 2011*.

Fileti, A.M.F; Silva, F.V; Pereira, J.A.F.R. Desenvolvimento de circuito eletrônico comparador para controle de válvulas de vazões reduzidas, São Paulo, v.33, n.2, p. 185-189, 2011.

Liptak, B.G. *Instrument Engineers' Handbook*. Rio de Janeiro: [s.n.], v. 2, p. 448 -449, 2005.

Manual Hohner. Serie BR20 Encoder incremental. Disponível em: <http://www.hohner.com.br/detalhe-produto.php?id=129&cat=420>. Acesso em: 09/04/2018.

Manuais Ni, National Instruments. User Guide and specifications: NI myRIO – 1900. Disponível em: www.ni.com/pdf/manuals/376047c.pdf. Acesso em: 06/11/2017.

Manual Pololu. Dual VNH2SP30 Motor Driver Carrier MD03A. Disponível em: <http://www.pololu.com/product/708>. Acesso em: 05/03/2018.

Pereira, R.P.A.; De Almeida, G.M; Cuadros, M.S.L.; Munareto, S.; Salles, J.L.F. Implementation of Predictive Multivariable DMC Controller in a Pilot Plant. *Latin American Applied Research*, v.44, p. 217-224, 2014.

CONSTRUCTION OF A GATE VALVE FOR SMALL PROCESS USING LOW COST COMPONENTS

Abstract: *Valves are fundamental elements in the control of processes, present in the most diverse types of plants. Many have dimensions, characteristics and accessories that make it impossible to apply in research environment and small processes. There are small size valves and fittings on the market that are tailor made, but are very expensive. What is proposed in this article is a method of using low cost and easily accessible components to create a gate type valve for research and small applications. For this purpose was used: Dc motors, valves commonly known as taps, encoders and hardware manufactures by National Instruments: MyRIO 1900.*

Key-words: *Gate valve, Process control, Modeling, Low Cost.*