



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

# Estudo de melhoria no processo de mistura de uma planta didática industrial

## *Study of improvement in the mixing process of an industrial teaching plant*

João Victor Cruz de Mendonça\*, Wagner Endo<sup>†</sup>,

### RESUMO

O artigo descreve a proposta de melhoria no processo de mistura de água fria com água quente dentro de um tanque de uma planta didática industrial. No decorrer do artigo é detalhado o trabalho realizado por uma bomba de controle, e suas complicações, apresentando a possível melhoria, e a simulação que comprova a eficiência. O trabalho mostra os elementos do processo, seus dados e análises obtidas durante o estudo, assim como seus gráficos.

**Palavras-chave:** Processos. Melhoria. Servo-válvula. Bomba.

### ABSTRACT

The article tests the proposal to improve the process of mixing cold water with hot water inside a tank of an industrial teaching plant. Throughout the article, the work carried out by a control pump is detailed, as well as its complications, if there is a possible improvement, and a simulation that proves its efficiency. The work shows the elements of the process, its data and analysis during the study, as well as its graphics.

**Keywords:** Processes. Improvement. Servo-valve. Bomb.

## 1. INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XVIII o homem já tentava avançar no campo da automação quando o sistema de produção agrário e artesanal da Inglaterra se transformava em industrial.

Mas, somente no início do século XX, devido a necessidade de aumento na produção e produtividade, os sistemas se tornaram inteiramente automáticos. Foi então que surgiram as máquinas com capacidade de produzir com maior rapidez e precisão, comparado com o trabalho feito à mão, e a utilização do vapor como fonte de energia, em substituição à energia muscular (manual) e hidráulica.

O controle automático veio com o intuito de controlar as variáveis de processo, como: pressão, temperatura, vazão, etc. E desde o início da automação industrial o controle automático é de extrema importância, como no controle de velocidade de um motor, de veículos, e máquinas.

O processo analisado durante o trabalho é o de mistura, que ocorre dentro do tanque de mistura de uma planta didática industrial. Os tanques de mistura são muito utilizados em diversas indústrias que manipulam produtos químicos, podendo ser usados para preparação de produtos ou mistura de substâncias. Uma de suas principais vantagens é poder trabalhar com os líquidos químicos de forma segura e eficiente em grande escala. Além disso, os tanques de mistura possuem uma grande versatilidade, podendo trabalhar com diversos tipos de substâncias químicas. Sendo fabricados de acordo com a necessidade de cada indústria, levando em consideração o produto que será utilizado nos tanques e para qual propósito, garantindo maior segurança contra corrosão e prejuízos no equipamento.

\* DAELE, COEAU, Engenharia de Controle e Automação; [joaomendonca@alunos.utfpr.edu.br](mailto:joaomendonca@alunos.utfpr.edu.br)

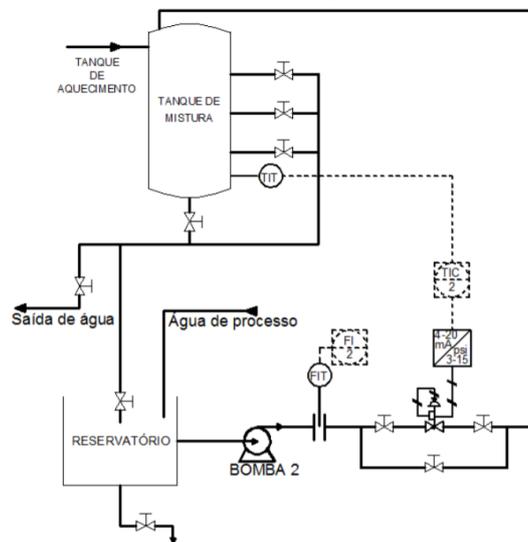
<sup>†</sup> DAELE, DAELE, Departamento Acadêmico De Elétrica. [wendo.utfpr@gmail.com](mailto:wendo.utfpr@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-4985-482X>.



A Planta Didática utilizada neste trabalho é uma planta de controle de processos industriais que demonstra a operação de suas malhas de controle usando os mesmos equipamentos e ferramentas utilizados em aplicações de automação industrial. Este trabalho possibilitou a análise de um sistema físico real (Planta Didática) e o estudo do funcionamento de suas topologias de controle. As malhas de controle são configuradas em uma mesma estrutura física montada, somente com mudanças na configuração dos controladores e instrumentos.

Partindo deste princípio, o foco foi voltado para a montagem e na execução de trabalho da Bomba 2, que envia o fluido ao tanque de mistura. Verificou-se que, a variação de vazão em que a bomba libera o fluido é alta. Então, detectando este problema, se iniciou o estudo para melhoria.

**Figura 1 – Processo de mistura da planta didática industrial.**



Fonte: A autoria Própria (2021).

## 2. METODOLOGIA PROPOSTA

A Planta Didática Industrial, mostrada na Fig. 1, fica situada no Laboratório de instrumentação e Automação (Laboratório G105) na UTFPR, campus Cornélio Procópio.

**Figura 2 – Planta Didática - Laboratório de Instrumentação e Controle - UTFPR Cornélio Procópio.**



Fonte: A autoria Própria (2019)

### 2.1 DESCRIÇÃO DO FUNCIONAMENTO DA VÁLVULA DE CONTROLE

Uma válvula de controle é um equipamento que deve ser resistente mecanicamente e quimicamente para suportar pressões, temperatura, fluidos em suas condições de trabalho. Ela atua respondendo a um sinal do

controlador do processo. Este sinal é enviado ao posicionador que abre ou fecha a válvula, deixando assim a vazão da bomba no valor desejado. A válvula de controle é um dos elementos mais importantes do processo, já que é utilizada quando o processo precisa ser extremamente eficiente, na qual o fluido precisa ser meticulosamente controlado. O comportamento dessas válvulas resulta em um gráfico crescente linear. Conforme a porcentagem de abertura aumenta, a porcentagem de posição da haste também aumenta.

## 2.2 ESTUDO DE PROCESSOS DE SEGUNDA ORDEM

Um sistema de segunda ordem exibe uma ampla variedade de respostas comparado com os sistemas de primeira ordem. As variações nos parâmetros de um sistema de segunda ordem podem alterar a forma da resposta.

Considerando a representação matemática clássica de um sistema de segunda ordem subamortecido, descrito pela seguinte função de transferência (OGATA, 33 2000):

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \quad (1)$$

Em que:

- $\omega_n$ : frequência natural - frequência de oscilação do sistema sem amortecimento;
- $\xi$ : relação de amortecimento - comparação entre a frequência de decaimento exponencial envoltória com a frequência natural;

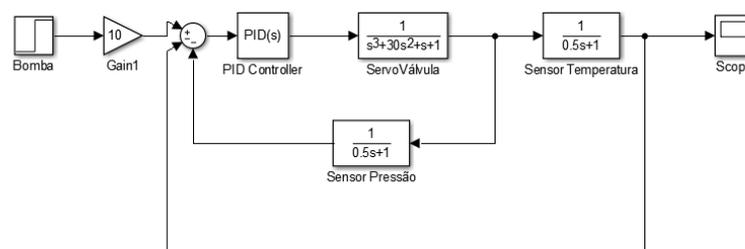
A partir da manipulação matemática de algumas das equações, é possível estimar os parâmetros  $\omega_n$  e  $\xi$  e, assim, o modelo de segunda ordem.

Foi verificado que existem três válvulas global, e um atuador para controle de vazão da bomba. Então, a partir de estudos de instrumentação industrial, foi mensurado um esquema formado por uma servo-válvula, além de sensores gerando informações para um controlador.

A modificação se trata da substituição das válvulas por uma servo-válvula, que juntamente com um controlador, um sensor de pressão, e o sensor de temperatura já existente, irão atuar na possível melhoria da planta. O funcionamento da mesma será apresentado na seção abaixo.

## 3. RESULTADOS

**Figura 3 – Diagrama de blocos exemplificando a melhoria proposta no trabalho**



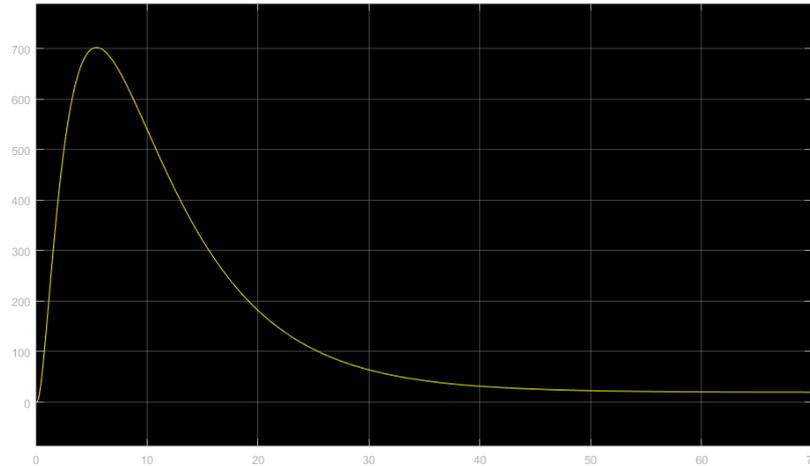
Fonte: Autoria Própria (2021).

- O controlador envia um sinal analógico à entrada da servo-válvula;
- A servo-válvula regula a vazão que é liberada pela bomba;



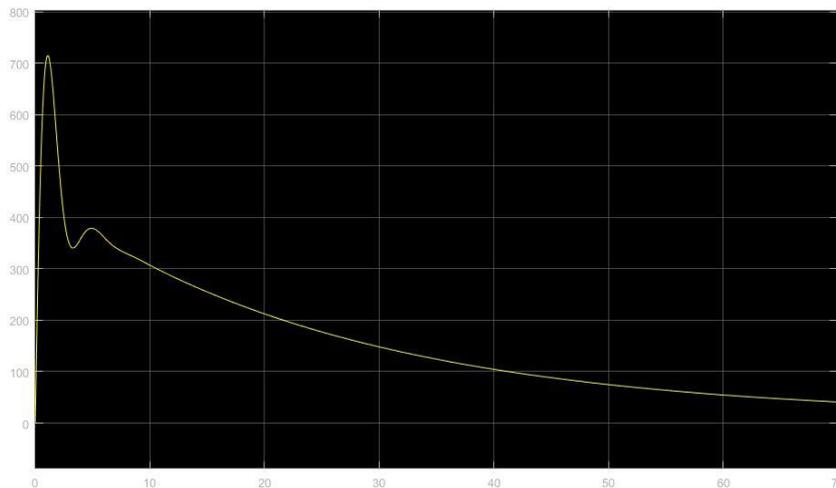
- Os sensores enviam informação constantemente ao controlador sobre o estado desejado do sistema. O que gera uma liberação precisa em relação a temperatura e vazão desejadas no ciclo. O funcionamento da bomba com a melhoria resultou em um sinal amortecido, sem instabilidade, e rápido, como mostra a Figura 4:

**Figura 4 – Simulação do acionamento da Bomba 2 com a melhoria aplicada.**



Fonte: Autoria Própria (2021).

**Figura 5 – Simulação do acionamento da Bomba 2 sem a melhoria aplicada.**



Fonte: Autoria Própria (2021).

Comparando as simulações, é possível verificar que a melhoria amortece a abertura da bomba, gerando uma vazão menos brusca. Desta forma o controle de temperatura do tanque acontece com maior precisão.

O objetivo de uma válvula hidráulica é regular, direcionar, e controlar o fluxo e a pressão. Portanto, basicamente, ela atua através da abertura, fechamento ou obstrução parcial da passagem do fluido.

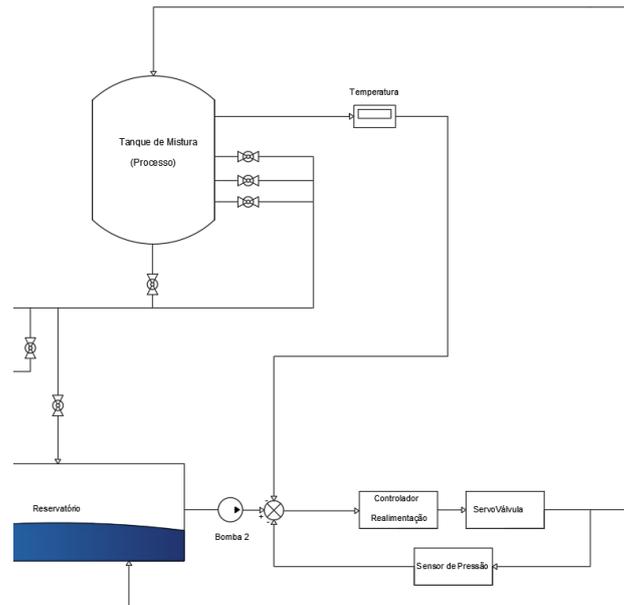
Já a servo-válvula hidráulica é basicamente um componente metálico com quatro posições dentro do sistema hidráulico, é usada para direcionar o fluxo da bomba que libera potência hidráulica por meio de fluidos,



utilizados tanto para cilindros quanto para o motor. Essa liberação é controlada pela servo-válvula hidráulica, que limita variáveis como: Vazão, potência liberada pela bomba, quantidade de fluido liberada para cada tipo de estrutura.

A Fig. 6 mostra como ficaria a esquematização do processo de mistura após a mudança levantada:

**Figura 6 – Nova proposta de melhoria do processo de mistura após a modificação instalada.**



Fonte: Autoria Própria (2021).

#### 4. CONCLUSÃO

Como citado anteriormente, o principal intuito para essa modificação ocorrer é a melhoria em relação a variação da vazão liberada pela Bomba 2, mas a possível modificação pode gerar alguns outros benefícios como: aumento na velocidade do processo e melhor precisão na temperatura desejada ao fim do processo de mistura.

O passo mais recente no decorrer do projeto foi o *insight* de melhoria no controle do processo de mistura. Então surgiu o tópico de continuação deste trabalho. Uma possível implementação, ou simulação com mais testes dessa melhoria na planta nos motiva para dar continuidade à pesquisa.

Para o decorrer do trabalho é pretendido implementar a ideia de melhoria no processo e analisar os dados reais. O intuito final é se aprofundar no tema e conseguir novas melhorias para a planta. Visando adquirir uma experiência em pequenas melhorias que geram grandes resultados, e sabendo que o processo é didático, mas pode ser aplicado em ambientes reais da indústria.

#### REFERÊNCIAS

Dos Santos, F. H.C. **Introdução às Estratégias de Controle**. Curitiba, PR: Editora Unioeste, 2010. p. 13-32. Acessado em: 28/07/2021.



SOUZA, L. C. A.; FILHO, C. S.; PENA, R. T. **Padrão de acesso a dados OPC e sua implementação em um driver OPC-Modbus.** 1999. Disponível em: <http://www.delt.ufmg.br/seixas/PaginaSDA/Download/DownloadFiles/PadraoOPC.PDF>. Acessado em: 25/07/2021.

Maestrelli, Rafael. **Análise de Estabilidade e Síntese de Controladores para Sistemas de Controle via Rede.** Florianópolis, SC : Editora UFSC, 2016. p. 70- 140. Acessado em: 07/08/2021.

SANTOS, G. **O que é Automação Industrial?.** 2017. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/o-que-e-automacao-industrial/#:~:text=Vale%20a%20pena%20destacar%20que,Inglaterra%20transformava%2Dse%20em%20industrial.&text=Entretanto%2C%20os%20pr%C3%B3rios%20vag%C3%B5es%20possuem,Fechar%20as%20portas>. Acessado em: 28/07/2021.

Velki. **Controle em cascata - Entenda o que é e como funciona esse sistema de regulação.** 2021. Disponível em: <https://velki.com.br/pt/blog/aprenda-com-a-velki/control-e-em-cascata---entenda-o-que-e-e-como-funciona-esse-sistema-de-regulagem#:~:text=Compartilhe%3A,com%20duas%20ou%20mais%20capacidades>. Acessado em: 30/07/2021.

OGATA, K. **Engenharia de Controle Moderno.** 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 813 p. Acessado em: 10/08/2021.