

BANCADA DIDÁTICA DE UM PROCESSO DE QUATRO TANQUES ACOPLADOS

JONAS MATEUS DA S. GALINDO¹, JACKSON ALVES DE ARAÚJO², GERONIMO BARBOSA ALEXANDRE³

¹Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIC, IFPE, Garanhuns-PE, jonas.mateus16@gmail.com;

²Graduando em Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIC, IFPE, Garanhuns-PE, jackson.alves.araujo@gmail.com;

³M. Sc. Engenharia Elétrica, Professor EBTT, IFPE, Garanhuns-PE, geronimo.alexandre@garanhuns.ifpe.edu.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho objetivou o projeto e a montagem de um processo de quatro tanques acoplados para o auxílio no ensino e aprendizagem dos discentes da área da elétrica do IFPE. O protótipo é utilizado em práticas de projeto de controladores de nível e temperatura na graduação. A bancada é composta por sensores, atuadores, controlador embarcado na placa MEGA 2560 R3, tanques, mangueiras e demais componentes hidráulicos. A metodologia utilizada seguiu as etapas: (a) projeto da bancada, (b) montagem física; (c) confecção do sistema de supervisão local; (d) projeto do controle de temperatura e (e) testes de validação. Os resultados experimentais demonstraram a qualidade do produto e aceitação da ferramenta por 98% dos alunos que utilizaram a bancada didática.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino-aprendizagem, protótipo, experimentos, controle e automação.

WEB LABORATORY FOR PROCESS CONTROL LEARNING

ABSTRACT: This study aimed to design and assembly a process of four coupled tanks for assistance in teaching and learning of students from the electrical area of the IFPE. The prototype used in design practices of level and temperature controllers at graduation. The prototype consists of sensors, actuators, a controller embedded in the MEGA 2560 R3 board, tanks, hoses and other hydraulic components. The methodology used followed the steps: (a) prototype design, (b) physical assembly; (c) creation of the local supervision system; (d) temperature control design and (e) validation tests. Experimental results demonstrated the quality of the product and acceptance of the tool by 98% of the students who used the didactic prototype.

KEYWORDS: Teaching-learning, prototype, experiments, control and automation.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais (2020), sistemas de supervisão local são cada vez mais presentes na indústria, tendo sua devida importância na automatização operacional dos processos realizados. De acordo com CAMPOS e TEIXEIRA (2006, p. 12): “Historicamente o uso de controladores clássicos tem solucionado grande parte dos problemas de controle em processos industriais”. Dessa forma, com o avanço das tecnologias, foram desenvolvidas ferramentas de supervisão que integram de forma remota diversos tipos de controle, responsáveis por sensores e atuadores a fim de controlar variáveis como temperatura, nível, vazão, dentre outros, vinculados a processos com tanques acoplados. De acordo com SERAPHIM (2008, p.1):

“O controle de nível de líquidos e vazão em tanques é um problema importante da indústria de processos. Geralmente exige-se que o líquido seja bombeado, armazenado em tanques, e depois bombeado novamente para outro tanque. Algumas vezes, exige-se que o líquido passe por tratamento químico ou de mistura em tanques, onde o controle de nível do fluido no tanque e a vazão entre os tanques devem sempre estar sob controle automático. Frequentemente, os tanques apresentam-se tão acoplados uns aos outros, que os níveis interagem entre si, exigindo também um controle regulatório”.

Segundo BARCELLOS (2016, p.3), um modelo comum para uma planta de quatro tanques acoplados é composto de um reservatório de água, duas bombas que transportam a água do reservatório para os tanques e válvulas ajustáveis entre as bombas e os tanques. Os tanques superiores drenam água diretamente para os tanques inferiores. Podem haver sensores de nível nos quatro tanques ou apenas nos tanques inferiores, cujos níveis respondem a cada uma das bombas em atuação. Deste modo, a convergência entre o sistema de supervisão local e a bancada de quatro tanques acoplados se mostra totalmente eficaz, tendo em vista que são problemáticas reais da indústria aos quais o futuro profissional da área estará submerso.

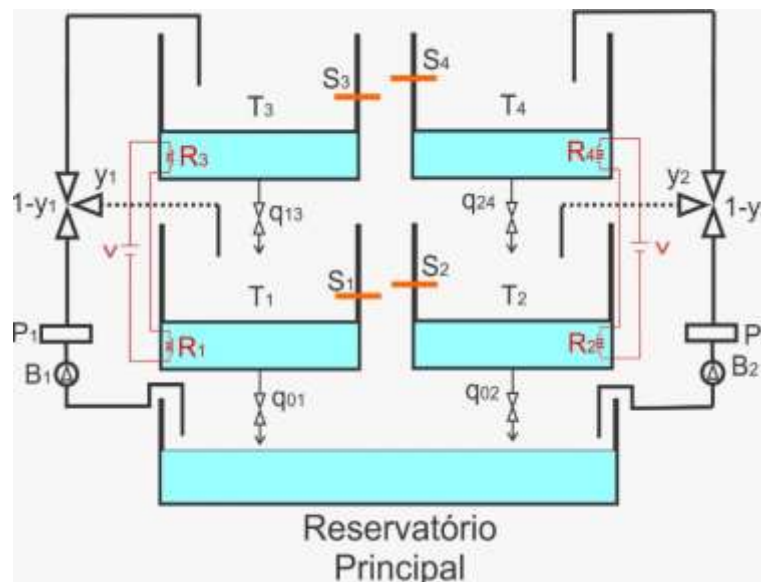
Neste contexto, os objetivos do Trabalho são: Desenvolver um protótipo de um sistema de quatro tanques acoplados; Fomentar o interesse dos alunos nas disciplinas da área de controle e automação; Elaboração de material didático para apoio aos discentes dos cursos de Eletroeletrônica e Engenharia Elétrica que contenha práticas de instrumentação, controle e automação.

MATERIAL E MÉTODOS

A bancada experimental de quatro tanques acoplados para fins de controle de nível e temperatura está instalada no Laboratório de Ensino em Controle e Automação (LCA), do IFPE Campus Garanhuns.

A planta didática (Figura 1) consiste de quatro tanques confeccionados com tubo PVC de mesma dimensão, com área de seção reta $A = 150 \text{ cm}^2$, altura $h = 30 \text{ cm}$ e conectados pela base. As bombas 1 e 2 (cujo a tensão máxima suportada é de 12 VCC) retiram água do reservatório principal e levam até os tanques. Estes tanques se comunicam com os tanques inferiores por meio de eletroválvulas instaladas na base de cada tanque. As válvulas q_{13} e q_{24} fazem a ligação entre os tanques 1-3 e 2-4, respectivamente. As entradas do sistema são os sinais de tensão nas bombas 1 e 2 (u_1 e u_2) e as saídas, os níveis dos tanques 1, 2, 3 e 4 (h_1 , h_2 , h_3 e h_4). Cada tanque possui um sistema de controle de temperatura, o resfriamento é realizado pela ação de controle na Peltier 2 para os tanques 2-4 e na Peltier 1 para os tanques 1-3. Já o aquecimento é feito pela ação de controle sobre as termoresistências instaladas dentro de cada tanques, regulando a corrente fornecida pela fonte de tensão para o aquecimento.

Figura 1. Esquemático do processo de quatro tanques acoplados.

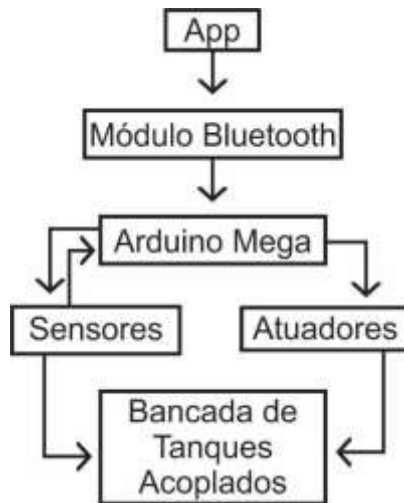


Legenda: T= tanque, B= bomba, P= Placa Peltier, S= Sensor de nível, q= eletroválvula, y = dreno, R= termoresistência.

O fluxograma da comunicação de dados para o protótipo, gerenciada pela placa Arduino MEGA (microcontrolador) é ilustrado na Figura 2. Esta bancada conta com comando e acionamento remoto via aplicativo Bluetooth e / ou por meio da internet (página Web).

O processo de quatro tanques acoplados (Figura 1), possibilita a operação na configuração de dois tanques (Single Input Single Output) ou de quatro tanques (Multiple Input Multiple Output), permitindo o projeto e a sintonia de controladores tracionais, bem como controladores avançados.

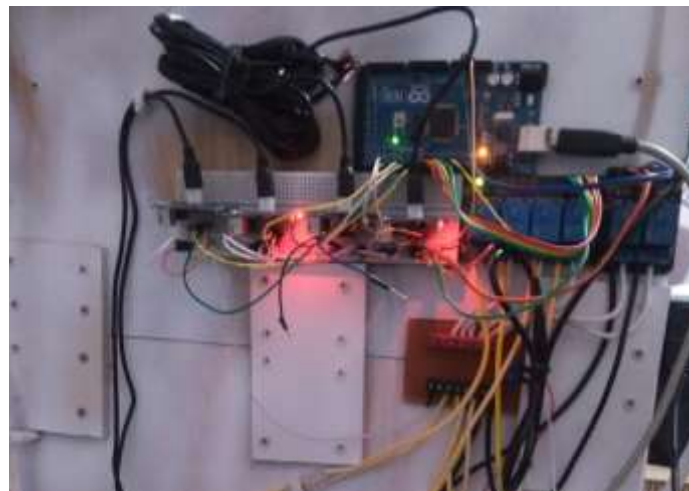
Figura 2. Arquitetura de hardware e software do protótipo.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 é ilustrada a bancada didática de 4 tanques acoplados confeccionada, o protótipo é composto por um Arduino MEGA 2560, dois módulos relé 5V, dois tanques inferiores e dois superiores, sensores ultrassônicos HC-SR04 nos tanques 1 e 4 para medição de nível, sensor de temperatura DS18B20, módulo Dimmer PIC MC-8A, um ebulidor elétrico 220V no tanque principal para controle de temperatura, placa de alimentação, 2 mini bombas 12V R385 e quatro válvulas solenoide 12V.

Figura 3. Bancada didática confeccionada.



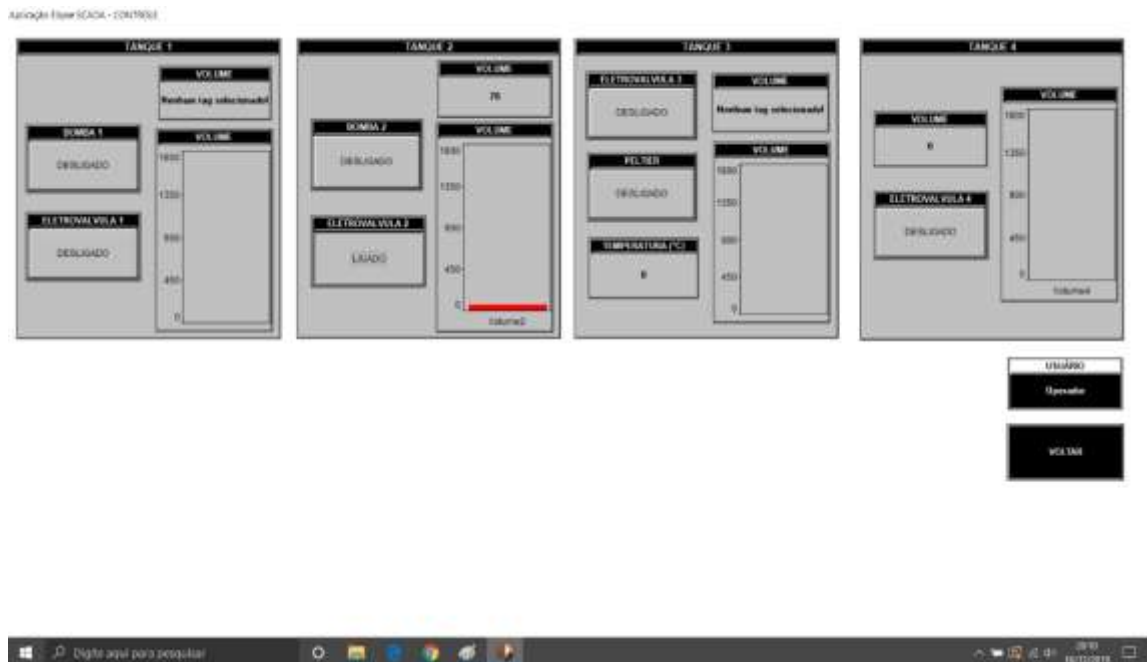
Usando o software Elipse SCADA DEMO, foi desenvolvido o sistema supervisor (Figura 4) para o controle e a supervisão de dados da bancada didática via Arduino. A aplicação dispõe de uma tela inicial e de login, a qual o estudante cadastra seu usuário e senha por meio das configurações do software, para que possa realizar os experimentos.

Após realizar o login, o aluno será direcionado para as telas de monitoramento e comando da planta. Nestas telas o usuário terá acesso aos dados mensurados pelos sensores e poderá acionar os diversos atuadores presentes na bancada, por exemplo ligar / desliga bombas e eletroválvulas. A Figura 5 ilustra a tela para o qual o usuário é redirecionado após realizar o login.

Figura 4. Sistema supervisorio do processo.



Figura 5. Tela de comando e supervisao do processo.



Além do protótipo desenvolvido foi confeccionado um guia descrevendo o passo-a-passo da programação e ligação dos sensores ao microcontrolador para uso por outros alunos e /ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

As principais dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto foram: na leitura de diagramas elétricos, na programação em C para o microcontrolador, na programação em Java para o módulo Bluetooth e na confecção da placa de circuito impresso.

A bancada didática confeccionada é útil para as práticas de laboratório das disciplinas da ênfase de controle do Bacharelado em Engenharia Elétrica, destacamos alguns experimentos que são realizados na bancada: Modelagem matemática do processo, caracterização de sensores e atuadores, linearização da planta em um ponto de operação, identificação de sistemas multivariáveis, projeto e sintonia de controladores PID, projeto de controladores avançados, projeto e sintonia de controladores multivariáveis e supervisão local / remota de dados. Para complementar a bancada será desenvolvida uma rede de comunicação via MODBUS RTU para comunicar com outros processos.

CONCLUSÃO

O protótipo construído e validado apresentou baixo custo, dados confiáveis e precisão nas medições; sendo uma ferramenta didática de apoio ao ensino-aprendizagem no ensino da Graduação em Engenharia Elétrica. O diferencial do produto está na supervisão remota dos dados medidos e na disponibilidade das medições para qualquer usuário conectado à internet, seja por computadores ou dispositivos móveis. O sistema apresentou baixo custo quando comparado com os modelos comerciais, apresentando boa precisão e robustez.

AGRADECIMENTOS

Ao IFPE Campus Garanhuns pela concessão de bolsas de pesquisa ao primeiro e segundo autor.

REFERÊNCIAS

- Barcellos, F. M. **Instrumentação e Controle de Planta Piloto industrial de Quatro tanques acoplados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Controle e Automação). Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia. Brasília, 2016.
- Campos, M. C. M. M.; TEIXEIRA, H. C. G. **Controles típicos de equipamentos e processos industriais**. 1ª edição, São Paulo: Blücher, 2006.
- Seraphim, A. L. **Modelagem e Controle de Nível em um Sistema de Dois Tanques Acoplados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica). Universidade São Francisco, Itatiba – São Paulo, 2008.